

CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV 1959



GONDOLAT

CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV

AZ 1959. ÉVRE

SZERKESZTETTE

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT
CSILLAGÁSZATI SZAKOSZTÁLYA

GONDOLAT KIADÓ
1958

CSILLAGÁSZATI ADATOK

AZ 1959. ÉVRE

Az I—VIII. táblázatokat készítette :

MERSITS JÓZSEF

kutatói segéderő,

M. Tud. Akad. Napfizikai Kutató Csoportja,
Debrecen

A grafikonokat, térképeket és az egyes táblázatokat
készítette :

a Budapesti Uránia Bemutató Csillagvizsgáló munkaközössége (ifj. Bartha Lajos, Fejes Imre,
Gausser Károly, Mojsza János, Ponori T. Aurél)

I. JANUÁR

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben					
				Budapesten					A HOLD fény-változásai
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Cs	1	1	7 32	11 47	16 03	23 27	10 46	☾ 11 50
2	P		2	7 32	11 48	16 05	—	11 15	
3	Sz		3	7 32	11 49	16 06	0 39	11 48	
4	V		4	7 32	11 49	16 06	1 52	12 24	
5	H	2	5	7 32	11 49	16 07	3 05	13 05	☉ 6 34
6	K		6	7 32	11 50	16 08	4 15	13 53	
7	Sz		7	7 32	11 50	16 09	5 21	14 48	
8	Cs		8	7 31	11 50	16 10	6 20	15 49	
9	P		9	7 31	11 51	16 12	7 10	16 56	
10	Sz		10	7 30	11 51	16 13	7 52	18 03	
11	V	3	11	7 30	11 52	16 14	8 28	19 11	☾ 22 26
12	H		12	7 29	11 52	16 16	8 59	20 17	
13	K		13	7 29	11 53	16 17	9 28	21 21	
14	Sz		14	7 28	11 53	16 19	9 54	22 24	
15	Cs		15	7 28	11 54	16 20	10 20	23 25	
16	P	4	16	7 28	11 54	16 21	10 46	—	
17	Sz		17	7 27	11 54	16 22	11 13	0 25	
18	V		18	7 26	11 55	16 24	11 44	1 25	
19	H		19	7 25	11 55	16 25	12 18	2 23	
20	K		20	7 24	11 55	16 27	12 57	3 20	
21	Sz	5	21	7 23	11 55	16 28	13 42	4 14	☾ 20 06
22	Cs		22	7 22	11 56	16 30	14 34	5 05	
23	P		23	7 22	11 56	16 31	15 33	5 53	
24	Sz		24	7 21	11 56	16 32	16 36	6 35	
25	V		25	7 20	11 56	16 34	17 44	7 13	
26	H		26	7 19	11 56	16 36	18 53	7 47	
27	K		27	7 17	11 57	16 37	20 05	8 19	
28	Sz		28	7 16	11 57	16 39	21 17	8 50	
29	Cs		29	7 16	11 57	16 40	22 30	9 21	
30	P		30	7 14	11 58	16 42	23 43	9 52	
31	Sz		31	7 13	11 58	16 43	—	10 26	

Nap: 2-án

Hold: 5-én

17-én

31-én

6^h-kor földközélen.

21^h-kor földközélen, látszólagos sugara: 10'16",7

18^h-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14'40",7

7^h-kor földközélen, látszólagos sugara: 16'08",1

HÓ NAP

0 ^b világléidőkor						
Julián dátum 2436...	Csillagidő* (% = 0°-nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenzioja	deklina- ciója	látász- sugara	rektasz- cenzioja	deklina- ciója
	h m s	h m	° '	''	h m	° '
... 569,5	6 39 35,970	18 43	—23 05	16 18	11 24	+ 1 23
... 570,5	6 43 32,523	18 47	23 00	16 18	12 17	— 3 03
... 571,5	6 47 29,076	18 52	22 55	16 18	13 10	7 23
572,5	6 51 25,630	18 56	22 49	16 18	14 05	11 21
573,5	6 55 22,188	19 00	22 43	16 18	15 03	14 41
574,5	6 59 18,747	19 05	22 36	16 17	16 02	17 08
575,5	7 03 15,309	19 09	22 29	16 17	17 02	18 29
576,5	7 07 11,872	19 14	22 22	16 17	18 03	18 39
577,5	7 11 08,435	19 18	22 14	16 17	19 03	17 38
578,5	7 15 04,995	19 22	22 06	16 17	20 00	15 34
579,5	7 19 01,554	19 27	21 57	16 17	20 55	12 41
580,5	7 22 58,110	19 31	21 48	16 17	21 47	9 13
581,5	7 26 54,663	19 35	21 38	16 17	22 37	5 24
582,5	7 30 51,215	19 40	21 28	16 17	23 24	— 1 28
583,5	7 34 47,767	19 44	21 18	16 17	0 11	+ 2 27
584,5	7 38 44,318	19 48	21 07	16 17	0 57	6 11
585,5	7 42 40,871	19 53	20 56	16 17	1 43	9 39
586,5	7 46 37,425	19 57	20 44	16 17	2 29	12 42
587,5	7 50 33,981	20 01	20 32	16 17	3 17	15 15
588,5	7 54 30,539	20 05	20 19	16 17	4 06	17 10
589,5	7 58 27,098	20 10	20 07	16 17	4 57	18 20
590,5	8 02 23,657	20 14	19 53	16 17	5 49	18 40
591,5	8 06 20,217	20 18	19 40	16 17	6 43	18 04
592,5	8 10 16,776	20 22	19 26	16 16	7 37	16 31
593,5	8 14 13,334	20 26	19 12	16 16	8 31	14 04
594,5	8 18 09,890	20 31	18 57	16 16	9 25	10 50
595,5	8 22 06,444	20 35	18 42	16 16	10 18	6 57
596,5	8 26 02,995	20 39	18 27	16 16	11 12	+ 2 39
597,5	8 29 59,546	20 43	18 11	16 16	12 05	— 1 49
598,5	8 33 56,096	20 47	17 55	16 16	12 59	6 12
599,5	8 37 52,648	20 51	—17 39	16 16	13 53	—10 15

*Az a valódi csillagidő, amely a nutációnak mind a hosszúperiódusú, mind a rövidperiódusú tagját magában foglalja.

I. FEBRUÁR

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapesten						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	V	(5) 6	32	7 12	11 58	16 44	0 54	11 05		
2	H		33	7 10	11 58	16 46	2 04	11 49		
3	K		34	7 09	11 59	16 48	3 10	12 40		
4	Sz		35	7 07	11 59	16 50	4 08	13 37		
5	Cs		36	7 06	11 59	16 51	5 01	14 39		
6	P	7	37	7 05	11 59	16 53	5 46	15 45		
7	Sz		38	7 04	11 59	16 54	6 25	16 53		
8	V		39	7 02	11 59	16 55	6 58	17 59	☉ 20 22	
9	H		40	7 00	11 59	16 57	7 28	19 04		
10	K		41	6 59	11 59	16 59	7 56	20 08		
11	Sz		42	6 57	11 59	17 01	8 22	21 10		
12	Cs		43	6 56	11 59	17 02	8 48	22 11		
13	P		44	6 55	11 59	17 04	9 16	23 11		
14	Sz		45	6 53	11 59	17 06	9 45	—		
15	V		46	6 51	11 59	17 07	10 17	0 10	☾ 20 20	
16	H	8	47	6 49	11 59	17 08	10 53	1 07		
17	K		48	6 47	11 59	17 10	11 35	2 02		
18	Sz		49	6 45	11 59	17 12	12 23	2 54		
19	Cs		50	6 44	11 59	17 13	13 18	3 43		
20	P		51	6 43	11 59	17 14	14 18	4 27		
21	Sz	9	52	6 41	11 58	17 16	15 24	5 07		
22	V		53	6 39	11 58	17 17	16 34	5 44		
23	H		54	6 37	11 58	17 19	17 46	6 18	☉ 9 54	
24	K		55	6 36	11 58	17 21	19 00	6 50		
25	Sz		56	6 34	11 57	17 23	20 15	7 22		
26	Cs		57	6 32	11 57	17 23	21 30	7 54		
27	P		58	6 30	11 57	17 24	22 44	8 29		
28	Sz		59	6 28	11 57	17 26	23 55	9 06		

Hold: 14-én 15^b-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14'26'',5
 26-án 11^b-kor földközeli, látszólagos sugara: 16'19'',8

H Ó N A P

0 ^b világidőkor						
Julián datum 2436...	Csillagidő ($\lambda = 0^{\circ}$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
... 600,5	8 41 49,203	20 55	—17 22	16 15	14 49	—13 43
601,5	8 45 45,759	20 59	17 05	16 15	15 47	16 22
602,5	8 49 42,318	21 03	16 48	16 15	16 45	18 02
603,5	8 53 38,878	21 08	16 30	16 15	17 44	18 35
604,5	8 57 35,438	21 12	16 13	16 15	18 43	18 01
605,5	9 01 31,997	21 16	15 55	16 15	19 40	16 23
606,5	9 05 28,554	21 20	15 36	16 15	20 35	13 52
607,5	9 09 25,108	21 24	15 17	16 14	21 28	10 40
608,5	9 13 21,659	21 28	14 59	16 14	22 18	7 00
609,5	9 17 18,209	21 32	14 39	16 14	23 07	— 3 06
610,5	9 21 14,759	21 36	14 20	16 14	23 54	+ 0 51
611,5	9 25 11,308	21 40	14 00	16 14	0 41	4 41
612,5	9 29 07,858	21 43	13 41	16 14	1 27	8 16
613,5	9 33 04,408	21 47	13 20	16 13	2 14	11 28
614,5	9 37 00,961	21 51	13 00	16 13	3 01	14 12
615,5	9 40 57,515	21 55	12 40	16 13	3 49	16 20
616,5	9 44 54,071	21 59	12 19	16 13	4 39	17 47
617,5	9 48 50,628	22 03	11 58	16 13	5 30	18 27
618,5	9 52 47,185	22 07	11 37	16 12	6 22	18 15
619,5	9 56 43,742	22 11	11 16	16 12	7 16	17 07
620,5	10 00 40,298	22 15	10 54	16 12	8 10	15 04
621,5	10 04 36,852	22 18	10 33	16 12	9 04	12 09
622,5	10 08 33,404	22 22	10 11	16 12	9 59	8 29
623,5	10 12 29,953	22 26	9 49	16 11	10 53	+ 4 16
624,5	10 16 26,502	22 30	9 27	16 11	11 48	— 0 16
625,5	10 20 23,050	22 34	9 05	16 11	12 43	4 48
626,5	10 24 19,599	22 37	8 42	16 11	13 39	9 03
627,5	10 28 16,150	22 41	— 8 20	16 10	14 30	—12 45

I. MÁRCIUS

Datum	A hét napja	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben						A HOLD fény-változása
				Budapesten						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	V	(9)	60	6 26	11 57	17 28	—	9 49		
2	H	10	61	6 24	11 57	17 30	1 03	10 38	☾ 3 54	
3	K		62	6 22	11 57	17 31	2 03	11 32		
4	Sz		63	6 21	11 56	17 32	2 57	12 32		
5	Cs		64	6 18	11 56	17 34	3 44	13 35		
6	P		65	6 16	11 56	17 36	4 24	14 40		
7	Sz		66	6 14	11 56	17 37	4 58	15 46		
8	V		67	6 12	11 56	17 39	5 29	16 51		
9	H	11	68	6 11	11 55	17 40	5 57	17 54	☉ 11 51	
10	K		69	6 09	11 55	17 42	6 24	18 57		
11	Sz		70	6 07	11 55	17 43	6 50	19 58		
12	Cs		71	6 05	11 55	17 44	7 17	20 59		
13	P		72	6 03	11 54	17 46	7 46	21 59		
14	Sz		73	6 00	11 54	17 47	8 16	22 56		
15	V		74	5 58	11 54	17 49	8 51	23 52		
16	H	12	75	5 57	11 54	17 51	9 31	—		
17	K		76	5 55	11 53	17 52	10 15	0 45	☾ 16 10	
18	Sz		77	5 53	11 53	17 53	11 05	1 34		
19	Cs		78	5 50	11 53	17 54	12 02	2 19		
20	P		79	5 48	11 52	17 56	13 04	3 00		
21	Sz		80	5 46	11 52	17 58	14 11	3 38		
22	V		81	5 44	11 52	17 59	15 21	4 13		
23	H	13	82	5 43	11 52	18 01	16 34	4 45		
24	K		83	5 41	11 51	18 02	17 50	5 18	☉ 21 02	
25	Sz		84	5 38	11 51	18 03	19 07	5 50		
26	Cs		85	5 36	11 51	18 05	20 25	6 25		
27	P		86	5 34	11 50	18 06	21 40	7 03		
28	Sz		87	5 32	11 50	18 08	22 51	7 45		
29	V		88	5 31	11 50	18 09	23 57	8 34		
30	H	14	89	5 28	11 49	18 10	—	9 27		
31	K		90	5 26	11 49	18 11	0 54	10 26	☾ 12 06	

Tavaszi kezdete: 21-én 9^h55^m-kor.

Hold: 14-én 10^h-kor földtávolban, látászólagos sugara: 14'44'',7

26-án 10^h-kor földközeli, látászólagos sugara: 16'34'',0

H Ó N A P

0 ^h világidőkor						
Julián datum 2436...	Csillagidő ($\lambda = 0^{\circ}$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látász- sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	° '	h m	° '
... 028,5	10 32 12,704	22 45	— 7 57	16 10	15 34	15 39
629,5	10 36 09,260	22 49	7 34	16 10	16 32	17 33
630,5	10 40 05,817	22 52	7 11	16 10	17 31	18 23
631,5	10 44 02,375	22 56	6 48	16 09	18 29	18 06
632,5	10 47 58,932	23 00	6 25	16 09	19 25	16 47
633,5	10 51 55,486	23 04	6 02	16 09	20 19	14 34
634,5	10 55 52,039	23 07	5 39	16 09	21 12	11 38
635,5	10 59 48,589	23 11	5 16	16 08	22 02	8 11
636,5	11 03 45,137	23 15	4 52	16 08	22 51	4 24
637,5	11 07 41,684	23 18	4 29	16 08	23 39	— 0 31
638,5	11 11 38,232	23 22	4 05	16 08	0 26	+ 3 21
639,5	11 15 34,779	23 26	3 42	16 07	1 12	7 01
640,5	11 19 31,328	23 29	3 18	16 07	1 58	10 21
641,5	11 23 27,878	23 33	2 55	16 07	2 46	13 14
642,5	11 27 24,430	23 37	2 31	16 07	3 33	15 34
643,5	11 31 20,983	23 40	2 07	16 06	4 22	17 14
644,5	11 35 17,538	23 44	1 44	16 06	5 12	18 10
645,5	11 39 14,094	23 48	1 20	16 06	6 03	18 17
646,5	11 43 10,649	23 51	0 56	16 06	6 55	17 32
647,5	11 47 07,204	23 55	0 33	16 05	7 48	15 53
648,5	11 51 03,758	23 59	— 0 09	16 05	8 41	13 23
649,5	11 55 00,309	0 02	+ 0 15	16 05	9 35	10 05
650,5	11 58 56,858	0 06	0 39	16 04	10 29	6 06
651,5	12 02 53,406	0 10	1 02	16 04	11 25	+ 1 41
652,5	12 06 49,953	0 13	1 26	16 04	12 21	— 2 57
653,5	12 10 46,501	0 17	1 49	16 04	13 18	7 27
654,5	12 14 43,051	0 20	2 13	16 03	14 16	11 29
655,5	12 18 39,603	0 24	2 36	16 03	15 16	14 46
656,5	12 22 36,158	0 28	3 00	16 03	16 16	17 03
657,5	12 26 32,715	0 31	3 23	16 03	17 16	18 11
658,5	12 30 29,273	0 35	+ 3 47	16 02	18 15	— 18 10

I. ÁPRILIS

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapesten						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	Sz	(14)	91	5 24	11 49	18 13	1 43	11 29		
2	Cs		92	5 22	11 48	18 14	2 24	12 33		
3	P		93	5 20	11 48	18 16	3 00	13 38		
4	Sz		94	5 19	11 48	18 17	3 32	14 42		
5	V		95	5 17	11 48	18 18	4 01	15 45		
6	H	15	96	5 14	11 47	18 20	4 27	16 48		
7	K		97	5 12	11 47	18 21	4 53	17 49		
8	Sz		98	5 10	11 47	18 23	5 20	18 49	☉ 4 29	
9	Cs		99	5 08	11 46	18 24	5 48	19 49		
10	P		100	5 07	11 46	18 26	6 17	20 48		
11	Sz	16	101	5 05	11 46	18 27	6 51	21 44		
12	V		102	5 03	11 46	18 28	7 28	22 38		
13	H		103	5 01	11 45	18 30	8 10	23 28		
14	K		104	4 59	11 45	18 31	8 58	—		
15	Sz		105	4 56	11 45	18 33	9 51	0 14		
16	Cs	17	105	4 54	11 44	18 34	10 49	0 56	☾ 8 32	
17	P		107	4 53	11 44	18 36	11 51	1 34		
18	Sz		108	4 51	11 44	18 37	12 59	2 09		
19	V		109	4 49	11 44	18 38	14 08	2 41		
20	H		110	4 47	11 44	18 39	15 22	3 13		
21	K	18	111	4 45	11 44	18 41	16 38	3 45		
22	Sz		112	4 43	11 43	18 43	17 56	4 18		
23	Cs		113	4 42	11 43	18 44	19 14	4 55	☉ 6 13	
24	P		114	4 40	11 43	18 45	20 30	5 35		
25	Sz		115	4 39	11 43	18 46	21 41	6 22		
26	V	18	116	4 37	11 42	18 48	22 44	7 15		
27	H		117	4 35	11 42	18 49	23 38	8 15		
28	K		118	4 33	11 42	18 51	—	9 18		
29	Sz		119	4 32	11 42	18 52	0 34	10 24	☾ 21 38	
30	Cs		120	4 30	11 42	18 53	1 03	11 30		

Hold: 10-én 24^b-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14'42",7
 23-án 19^b-kor földközeli, látszólagos sugara: 16'42",7

H Ó N A P

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2436...	Csillagidő ($\lambda = 0^{\circ}$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenzíója	dekliná- ciója	látzó- sugara	rektasz- cenzíója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
... 659,5	12 34 25,830	0 39	4 10	16 02	19 12	17 05
660,5	12 38 22,385	0 42	4 33	16 02	20 07	15 04
661,5	12 42 18,938	0 46	4 56	16 01	21 00	12 19
662,5	12 46 15,489	0 50	5 19	16 01	21 50	9 10
663,5	12 50 12,037	0 53	5 42	16 01	22 39	5 22
664,5	12 54 08,584	0 57	6 05	16 01	23 26	— 1 33
665,5	12 58 05,132	1 01	6 28	16 00	0 12	+ 2 17
666,5	13 02 01,680	1 04	6 50	16 00	0 59	6 00
667,5	13 05 58,228	1 04	7 13	16 00	1 45	9 25
668,5	13 09 54,779	1 12	7 35	15 59	2 32	12 27
669,5	13 13 51,331	1 15	7 57	15 59	3 20	14 57
670,5	13 17 47,884	1 19	8 19	15 59	4 08	16 49
671,5	13 21 44,439	1 23	8 41	15 59	4 58	17 58
672,5	13 25 40,995	1 26	9 03	15 58	5 48	18 20
673,5	13 29 37,551	1 30	9 25	15 58	6 39	17 52
674,5	13 33 34,107	1 34	9 46	15 58	7 30	16 32
675,5	13 37 30,662	1 37	10 08	15 58	8 22	14 23
676,5	13 41 27,215	1 41	10 29	15 57	9 14	11 27
677,5	13 45 23,766	1 45	10 50	15 57	10 07	7 50
678,5	13 49 20,315	1 48	11 11	15 57	11 00	+ 3 40
679,5	13 53 16,864	1 52	11 35	15 57	11 55	— 0 51
680,5	13 57 13,412	1 56	11 52	15 56	12 52	5 26
681,5	14 01 09,963	2 00	12 12	15 56	13 50	9 46
682,5	14 05 06,516	2 03	12 32	15 56	14 50	13 30
683,5	14 09 03,072	2 07	12 52	15 56	15 52	16 18
684,5	14 12 59,630	2 11	13 12	15 55	16 54	17 57
685,5	14 16 56,190	2 15	13 31	15 55	17 56	18 20
686,5	14 20 52,749	2 19	13 50	15 55	18 56	17 33
687,5	14 24 49,307	2 22	14 09	15 54	19 53	15 44
688,5	14 28 45,863	2 26	+ 14 28	15 54	20 47	— 13 06

I. MÁJUS

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapest						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	P	(18)	121	4 29	11 42	18 55	1 35	12 35		
2	Sz		122	4 27	11 42	18 56	2 05	13 39		
3	V		123	4 25	11 42	18 58	2 32	14 41		
4	H		124	4 23	11 42	18 59	2 58	15 42		
5	K		125	4 22	11 42	19 01	3 24	16 43		
6	Sz		126	4 20	11 42	19 02	3 51	17 43		
7	Cs		127	4 18	11 42	19 03	4 20	18 41	● 21 11	
8	P		128	4 17	11 41	19 04	4 51	19 38		
9	Sz		129	4 16	11 41	19 06	5 27	20 33		
10	V		130	4 14	11 41	19 07	6 08	21 24		
11	H	20	131	4 13	11 41	19 09	6 54	22 12		
12	K		132	4 12	11 41	19 10	7 44	22 55		
13	Sz		133	4 11	11 41	19 12	8 40	23 34		
14	Cs		134	4 09	11 41	19 13	9 40	—		
15	P		135	4 08	11 41	19 14	10 44	0 09	● 21 09	
16	Sz		136	4 06	11 41	19 15	11 51	0 41		
17	V		137	4 05	11 41	19 16	13 00	1 12		
18	H		138	4 04	11 41	19 17	14 12	1 42		
19	K		139	4 03	11 41	19 19	15 28	2 14		
20	Sz		140	4 02	11 41	19 20	16 45	2 47		
21	Cs		141	4 01	11 41	19 21	18 02	3 25		
22	P		142	4 00	11 41	19 22	19 17	4 08	● 13 56	
23	Sz		143	3 59	11 41	19 23	20 26	4 58		
24	V		144	3 58	11 41	19 24	21 26	5 56		
25	H	22	145	3 56	11 42	19 26	22 18	7 00		
26	K		146	3 55	11 42	19 27	23 01	8 08		
27	Sz		147	3 55	11 42	19 28	23 37	9 16		
28	Cs		148	3 54	11 42	19 29	—	10 24		
29	P		149	3 54	11 42	19 30	0 08	11 29	● 9 13	
30	Sz		150	3 53	11 42	19 30	0 36	12 32		
31	V		151	3 52	11 42	19 31	1 03	13 35		

Hold: 8-án 5^h-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14'41'',8
 22-én 6^h-kor földközeli, látszólagos sugara: 16'43'',6

HÓ NAP

Ob világtidőkor						
Julián dátum 2436...	Csillagidő ($\lambda = 0^{\circ}$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° ' "	° ' "	h m	° ' "
...689,5	14 32 42,416	2 30	+14 47	15 54	21 39	— 9 53
690,5	14 36 38,967	2 34	15 05	15 54	22 28	6 17
691,5	14 40 35,517	2 38	15 23	15 54	23 15	— 2 30
692,5	14 44 32,066	2 41	15 41	15 53	0 01	+ 1 21
693,5	14 48 28,615	2 45	15 58	15 53	0 47	5 05
694,5	14 52 25,166	2 49	16 15	15 53	1 33	8 35
695,5	14 56 21,718	2 53	16 33	15 53	2 20	11 44
696,5	15 00 18,272	2 57	16 49	15 52	3 07	14 23
697,5	15 04 18,827	3 01	17 06	15 52	3 56	16 27
698,5	15 08 11,383	3 05	17 22	15 52	4 45	17 49
699,5	15 12 07,941	3 08	17 38	15 52	5 35	18 24
700,5	15 16 04,499	3 12	17 53	15 51	6 25	18 10
701,5	15 20 01,057	3 16	18 08	15 51	7 16	17 06
702,5	15 23 57,615	3 20	18 23	15 51	8 07	15 12
703,5	15 27 54,171	3 24	18 38	15 51	8 58	12 34
704,5	15 31 50,725	3 28	18 52	15 51	9 49	9 14
705,5	15 35 47,277	3 32	19 06	15 50	10 41	5 21
706,5	15 39 43,827	3 36	19 20	15 50	11 33	+ 1 04
707,5	15 43 40,378	3 40	19 33	15 50	12 28	— 3 26
708,5	15 47 36,930	3 44	19 46	15 50	13 24	7 51
709,5	15 51 33,484	3 48	19 59	15 50	14 23	11 52
710,5	15 55 30,041	3 52	20 11	15 50	15 24	15 10
711,5	15 59 26,601	3 56	20 23	15 49	16 27	17 25
712,5	16 03 23,163	4 00	20 35	15 49	17 30	18 25
713,5	16 07 19,725	4 04	20 46	15 49	18 33	18 07
714,5	16 11 16,286	4 08	20 57	15 49	19 33	16 38
715,5	16 15 12,846	4 12	21 08	15 49	20 30	14 12
716,5	16 19 09,402	4 16	21 18	15 49	21 24	11 03
717,5	16 23 05,956	4 20	21 28	15 48	22 15	7 28
718,5	16 27 02,508	4 24	21 37	15 48	23 03	— 3 38
719,5	16 30 59,059	4 28	+21 46	15 48	23 50	+ 0 15

I. JÚNIUS

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapesten						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	H	23	152	3 51	11 42	19 33	1 29	14 35	☾ 12 53	
2	K		153	3 50	11 42	19 34	1 55	15 36		
3	Sz		154	3 50	11 43	19 35	2 23	16 35		
4	Cs		155	3 49	11 43	19 35	2 53	17 33		
5	P		156	3 48	11 43	19 36	3 28	18 29		
6	Sz	24	157	3 48	11 43	19 37	4 07	19 21	☾ 6 22	
7	V		158	3 47	11 43	19 38	4 51	20 11		
8	H		159	3 47	11 44	19 39	5 40	20 55		
9	K		160	3 47	11 44	19 40	6 34	21 36		
10	Sz		161	3 47	11 44	19 40	7 33	22 12		
11	Cs	25	162	3 47	11 44	19 40	8 35	22 45	☾ 21 00	
12	P		163	3 46	11 44	19 41	9 40	23 15		
13	Sz		164	3 46	11 44	19 41	10 47	23 45		
14	V		165	3 46	11 44	19 42	11 57	—		
15	H		166	3 46	11 45	19 42	13 08	0 15		
16	K	26	167	3 46	11 45	19 43	14 21	0 46	☾ 23 12	
17	Sz		168	3 46	11 45	19 43	15 36	1 20		
18	Cs		169	3 46	11 45	19 44	16 51	1 59		
19	P		170	3 46	11 45	19 44	18 02	2 44		
20	Sz		171	3 46	11 45	19 44	19 08	3 37		
21	V	27	172	3 46	11 46	19 45	20 05	4 38		
22	H		173	3 46	11 46	19 45	20 54	5 45		
23	K		174	3 47	11 46	19 45	21 34	6 54		
24	Sz		175	3 47	11 47	19 45	22 08	7 56		
25	Cs		176	3 47	11 47	19 45	22 38	9 13		
26	P	27	177	3 48	11 47	19 45	23 06	10 19		
27	Sz		178	3 48	11 47	19 45	23 33	11 23		
28	V		179	3 49	11 47	19 45	23 59	12 26		
29	H		180	3 49	11 47	19 45	—	13 26		
30	K		181	3 50	11 48	19 45	0 27	14 26		

Nyár kezdete: 22-én 4^h50^m-kor.

Hold: 4-én 9^h-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14'42",3

19-én 14^h-kor földközeli, látszólagos sugara: 10'36",8

HÓ NAP

0h világidőkor						
Júlián dátum 2456...	Csillagidő ($\lambda = 0^{\circ}$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenzíója	dekliná- ciója	látzó- sugara	rektasz- cenzíója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	"	h m	° '
...720,5	16 34 55,610	4 32	+21 55	15 48	0 36	+ 4 03
721,5	16 38 52,163	4 37	22 03	15 48	1 22	7 39
722,5	16 42 48,716	4 41	22 11	15 48	2 08	10 55
723,5	16 46 45,271	4 45	22 19	15 47	2 55	13 44
724,5	16 50 41,828	4 49	22 26	15 47	3 43	16 00
725,5	16 54 38,387	4 53	22 33	15 47	4 32	17 35
726,5	16 58 34,946	4 57	22 39	15 47	5 23	18 24
727,5	17 02 31,506	5 01	22 45	15 47	6 13	18 24
728,5	17 06 28,066	5 05	22 51	15 47	7 04	17 34
729,5	17 10 24,625	5 10	22 56	15 47	7 55	15 53
730,5	17 14 21,183	5 14	23 01	15 47	8 46	13 27
731,5	17 18 17,739	5 18	23 05	15 47	9 37	10 19
732,5	17 22 14,293	5 22	23 09	15 46	10 27	6 38
733,5	17 26 10,845	5 26	23 13	15 46	11 18	+ 2 33
734,5	17 30 07,397	5 30	23 16	15 46	12 10	- 1 47
735,5	17 34 03,949	5 34	23 19	15 46	13 04	6 08
736,5	17 38 00,504	5 39	23 21	15 46	14 00	10 15
737,5	17 41 57,061	5 43	23 23	15 46	14 58	13 49
738,5	17 45 53,620	5 47	23 24	15 46	15 59	16 32
739,5	17 49 50,183	5 51	23 26	15 46	17 02	18 09
740,5	17 53 46,746	5 55	23 26	15 46	18 05	18 28
741,5	17 57 43,309	5 59	23 27	15 46	19 07	17 31
742,5	18 01 39,870	6 03	23 26	15 46	20 07	15 27
743,5	18 05 36,429	6 08	23 26	15 46	21 04	12 31
744,5	18 09 32,985	6 12	23 25	15 46	21 57	8 59
745,5	18 13 29,539	6 16	23 24	15 46	22 48	5 08
746,5	18 17 26,091	6 20	23 22	15 46	23 36	- 1 10
747,5	18 21 22,642	6 24	23 19	15 45	0 23	+ 2 45
748,5	18 25 19,194	6 28	23 17	15 45	1 10	6 28
749,5	18 29 15,748	6 33	+23 14	15 45	1 56	+ 9 53

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben					A HOLD fény-változása
				Budapestre					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Sz	(27)	182	3 50	11 48	19 45	0 56	15 25	
2	Cs		183	3 51	11 48	19 45	1 29	16 21	
3	P		184	3 52	11 48	19 45	2 06	17 16	
4	Sz		185	3 52	11 48	19 45	2 48	18 07	
5	V		186	3 53	11 49	19 44	3 35	18 54	
6	H	28	187	3 53	11 49	19 44	4 28	19 36	☉ 3 00
7	K		188	3 54	11 49	19 43	5 26	20 15	
8	Sz		189	3 55	11 49	19 43	6 27	20 49	
9	Cs		190	3 55	11 49	19 42	7 34	21 20	
10	P		191	3 56	11 49	19 41	8 39	21 50	
11	Sz	29	192	3 57	11 49	19 41	9 47	22 20	
12	V		193	3 58	11 50	19 40	10 56	22 49	
13	H		194	3 59	11 50	19 39	12 07	23 21	☽ 13 01
14	K		195	4 01	11 50	19 38	13 20	23 57	
15	Sz		196	4 02	11 50	19 37	14 32	—	
16	Cs	30	197	4 03	11 50	19 37	15 43	0 37	
17	P		198	4 03	11 50	19 36	16 50	1 25	
18	Sz		199	4 04	11 50	19 35	17 51	2 21	
19	V		200	4 05	11 50	19 34	18 43	3 24	
20	H		201	4 06	11 50	19 33	19 28	4 32	☉ 4 33
21	K	31	202	4 08	11 50	19 32	20 06	5 42	
22	Sz		203	4 09	11 50	19 31	20 39	6 53	
23	Cs		204	4 10	11 51	19 30	21 08	8 01	
24	P		205	4 11	11 51	19 29	21 35	9 07	
25	Sz		206	4 12	11 51	19 28	22 02	10 12	
26	V	31	207	4 13	11 51	19 27	22 29	11 14	
27	H		208	4 14	11 51	19 26	22 58	12 14	☽ 15 22
28	K		209	4 15	11 51	19 25	23 29	13 14	
29	Sz		210	4 17	11 51	19 23	—	14 12	
30	Cs		211	4 18	11 51	19 21	0 04	15 07	
31	P		212	4 20	11 50	19 21	0 44	15 59	

Nap: 5-én 8^b-kor földtávolban.Hold: 1-én 20^b-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14'44",117-én 15^b-kor földközélnél, látszólagos sugara: 16'24",429-én 13^b-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14'40",1

HÓ NAP

0h világidőkor						
Julián dátum 2436...	Csillagidő ($\lambda = 0^\circ$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenzíója	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenzíója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° ' "	° ' "	h m	° ' "
... 750,5	18 33 12,303	6 37	+ 23 10	15 45	2 43	+ 12 52
751,5	18 37 08,860	6 41	23 07	15 45	3 30	15 19
752,5	18 41 05,418	6 45	23 02	15 45	4 19	17 08
753,5	18 45 01,977	6 49	22 58	15 45	5 09	18 13
754,5	18 48 58,537	6 53	22 53	15 45	6 00	18 29
755,5	18 52 55,097	6 57	22 47	15 45	6 51	17 55
756,5	18 56 51,657	7 01	22 41	15 45	7 43	16 28
757,5	19 00 48,215	7 06	22 35	15 45	8 34	14 14
758,5	19 04 44,771	7 10	22 29	15 45	9 25	11 18
759,5	19 08 41,326	7 14	22 22	15 45	10 16	7 43
760,5	19 12 37,878	7 18	22 14	15 45	11 07	+ 3 44
761,5	19 16 34,430	7 22	22 06	15 45	11 58	- 0 30
762,5	19 20 30,981	7 26	21 58	15 45	12 50	4 48
763,5	19 24 27,534	7 30	21 50	15 46	13 44	8 54
764,5	19 28 24,089	7 34	21 41	15 46	14 40	12 34
765,5	19 32 20,647	7 38	21 32	15 46	15 38	15 33
766,5	19 36 17,207	7 42	21 22	15 46	16 39	17 34
767,5	19 40 13,769	7 46	21 12	15 46	17 40	18 26
768,5	19 44 10,331	7 50	21 02	15 46	18 42	18 03
769,5	19 48 06,892	7 54	20 51	15 46	19 42	16 30
770,5	19 52 03,451	7 58	20 40	15 46	20 41	13 56
771,5	19 56 00,007	8 02	20 28	15 46	21 36	10 37
772,5	19 59 56,560	8 06	20 17	15 46	22 29	6 50
773,5	20 03 53,111	8 10	20 04	15 46	23 19	- 2 50
774,5	20 07 49,002	8 14	19 52	15 46	0 07	+ 1 11
775,5	20 11 46,213	8 18	19 39	15 46	0 55	5 02
776,5	20 15 42,764	8 22	19 26	15 46	1 41	8 36
777,5	20 19 39,317	8 26	19 13	15 47	2 28	11 46
778,5	20 23 35,872	8 30	18 59	15 47	3 16	14 25
779,5	20 27 32,428	8 34	18 45	15 47	4 04	16 28
780,5	20 31 28,985	8 38	+ 18 31	15 47	4 54	- 17 49

I. AUGUSZTUS

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik het?	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben					A HOLD fény-változásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	
1	Sz	(31)	213	4 21	11 50	19 20	1 29	16 49	
2	V		214	4 22	11 50	19 18	2 20	17 33	
3	H	32	215	4 23	11 50	19 16	3 16	18 13	
4	K		216	4 24	11 50	19 15	4 17	18 50	☉ 15 34
5	Sz		217	4 25	11 50	19 13	5 22	19 23	
6	Cs		218	4 27	11 50	19 12	6 29	19 54	
7	P		219	4 29	11 50	19 11	7 38	20 24	
8	Sz		220	4 30	11 50	19 09	8 47	20 54	
9	V		221	4 31	11 49	19 07	9 58	21 25	
10	H	33	222	4 32	11 49	19 05	11 09	21 59	
11	K		223	4 33	11 49	19 04	12 21	22 38	☾ 18 10
12	Sz		224	4 35	11 49	19 02	13 31	23 21	
13	Cs		225	4 36	11 49	19 00	14 39	—	
14	P		226	4 38	11 48	18 58	15 39	0 12	
15	Sz		227	4 39	11 48	18 57	16 34	1 10	
16	V		228	4 40	11 48	18 56	17 21	2 14	
17	H	34	229	4 41	11 48	18 54	18 01	3 23	
18	K		230	4 43	11 48	18 52	18 36	4 32	☉ 13 50
19	Sz		231	4 44	11 47	18 50	19 07	5 41	
20	Cs		232	4 46	11 47	18 48	19 36	6 49	
21	P		233	4 47	11 47	18 47	20 04	7 55	
22	Sz		234	4 48	11 47	18 45	20 31	8 59	
23	V		235	4 49	11 46	18 43	21 00	10 01	
24	H	35	236	4 51	11 46	18 41	21 30	11 01	
25	K		237	4 52	11 46	18 39	22 03	12 00	
26	Sz		238	4 54	11 45	18 37	22 41	12 56	☾ 9 03
27	Cs		239	4 55	11 45	18 36	23 23	13 50	
28	P		240	4 56	11 45	18 34	—	14 40	
29	Sz		241	4 57	11 45	18 32	0 11	15 26	
30	V		242	4 59	11 45	18 30	1 05	16 08	
31	H	36	243	5 00	11 44	18 28	2 04	16 47	

Hold: 13-án 17^h-kor földközélen, látszólagos sugara: 16'11'',9
 26-án 7^h-kor földtávolban, látszólagos sugara: 17'47'',0

HÓ N A P

0h világidőkor						
Julián dátum 2436...	Csillagidő ($\lambda = 0^{\circ}$ -nál)	A N A P			A H O L D	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
... 781,5	20 35 25,544	8 42	+ 18 16	15 47	5 44	+ 18 23
782,5	20 39 22,102	8 46	18 01	15 47	6 36	18 06
783,5	20 43 18,660	8 49	17 46	15 47	7 27	16 58
784,5	20 47 15,217	8 53	17 30	15 47	8 20	14 59
785,5	20 51 11,772	8 57	17 14	15 47	9 11	12 13
786,5	20 55 08,325	9 01	16 58	15 48	10 03	8 48
787,5	20 59 04,877	9 05	16 42	15 48	10 55	4 52
788,5	21 03 01,427	9 09	16 25	15 48	11 46	+ 0 39
789,5	21 06 57,976	9 13	16 08	15 48	12 39	- 3 39
790,5	21 10 54,526	9 16	15 51	15 48	13 32	7 48
791,5	21 14 51,079	9 20	15 34	15 48	14 27	11 34
792,5	21 18 47,633	9 24	15 16	15 48	15 24	14 41
793,5	21 22 44,190	9 28	14 58	15 49	16 22	16 56
794,5	21 26 40,749	9 31	14 40	15 49	17 22	18 09
795,5	21 30 37,309	9 35	14 22	14 49	18 22	18 12
796,5	21 34 33,868	9 39	14 03	15 49	19 21	17 06
797,5	21 38 30,425	9 43	13 44	15 49	20 19	14 58
798,5	21 42 26,980	9 46	13 25	15 49	21 15	11 59
799,5	21 46 23,531	9 50	13 06	15 50	22 09	8 25
800,5	21 50 20,081	9 54	12 46	15 50	23 00	4 29
801,5	21 54 16,630	9 58	12 27	15 50	23 50	- 0 27
802,5	21 58 13,178	10 01	12 07	15 50	0 38	+ 3 31
803,5	22 02 09,727	10 05	11 47	15 50	1 25	7 14
804,5	22 06 06,278	10 09	11 26	15 51	2 13	10 34
805,5	22 10 02,829	10 12	11 06	15 51	3 00	13 25
806,5	22 13 59,383	10 16	10 45	15 51	3 48	15 41
807,5	22 17 55,937	10 20	10 25	15 51	4 37	17 16
808,5	22 21 52,493	10 23	10 04	15 51	5 27	18 07
809,5	22 25 49,050	10 27	9 43	15 52	6 18	18 10
810,5	22 29 45,606	10 31	9 21	15 52	7 09	17 21
811,5	22 33 42,161	10 34	+ 9 00	15 52	8 01	+ 15 41

I. SZEPTEMBER

Dátum	A hét napja	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapest						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	K	(36	244	5 02	11 44	18 26	3 06	17 22		
2	Sz		245	5 03	11 44	18 24	4 13	17 54		
3	Cs		246	5 04	11 43	18 22	5 23	18 25	☉ 2 55	
4	P		247	5 05	11 43	18 20	6 33	18 56		
5	Sz		248	5 07	11 43	18 18	7 46	19 27		
6	V	37	249	5 08	11 42	18 16	8 59	20 01		
7	H		250	5 10	11 42	18 13	10 11	20 39		
8	K		251	5 11	11 42	18 11	11 23	21 21		
9	Sz		252	5 13	11 41	18 10	12 31	22 10	☾ 23 07	
10	Cs		253	5 14	11 41	18 08	13 33	23 04		
11	P	38	254	5 15	11 41	18 06	14 29	—		
12	Sz		255	5 16	11 40	18 04	15 17	0 05		
13	V		256	5 18	11 40	18 02	15 58	1 10		
14	H		257	5 19	11 40	17 59	16 35	2 18		
15	K		258	5 21	11 39	17 58	17 07	3 26		
16	Sz		259	5 22	11 39	17 56	17 36	4 33		
17	Cs		260	5 23	11 38	17 54	18 04	5 39		
18	P		261	5 24	11 38	17 51	18 32	6 44	☉ 1 51	
19	Sz		262	5 26	11 37	17 49	19 00	7 47		
20	V		263	5 27	11 37	17 47	19 30	8 48		
21	H	39	264	5 29	11 37	17 45	20 02	9 47		
22	K		265	5 30	11 36	17 43	20 38	10 46		
23	Sz		266	5 31	11 36	17 41	21 18	11 40		
24	Cs		267	5 32	11 36	17 39	22 03	12 31		
25	P		268	5 34	11 35	17 37	22 53	13 19	☾ 3 22	
26	Sz	40	269	5 35	11 35	17 35	23 49	14 02		
27	V		270	5 37	11 35	17 33	—	14 42		
28	H		271	5 38	11 35	17 31	0 49	15 17		
29	K		272	5 39	11 34	17 29	1 53	15 51		
30	Sz		273	5 40	11 34	17 27	3 02	16 22		

Ősz kezdete: 23-án 20^h 09^m-kor.

Hold: 7-én 18^h-kor földközélen, látezólagos sugara: 16'12'',3
23-án 2^h-kor földtávolban, látezólagos sugara: 14'45'',8

HÓNAP

0h világidőkor						
Julián dátum 2436...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látszó sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	''	h m	° '
... 812,5	22 37 38,715	10 38	+ 8 38	15 52	8 53	+ 13 13
813,5	22 41 35,267	10 42	8 17	15 53	9 46	10 00
814,5	22 45 31,816	10 45	7 55	15 53	10 38	6 13
815,5	22 49 28,365	10 49	7 33	15 53	11 31	+ 2 01
816,5	22 53 24,912	10 52	7 11	15 53	12 24	— 2 22
817,5	22 57 21,460	10 56	6 49	15 53	13 18	6 39
818,5	23 01 18,010	11 00	6 26	15 54	14 14	10 35
819,5	23 05 14,562	11 03	6 04	15 54	15 11	13 55
820,5	23 09 11,116	11 07	5 41	15 54	16 09	16 23
821,5	23 13 07,673	11 10	5 19	15 54	17 08	17 50
822,5	23 17 04,231	11 14	4 56	15 55	18 07	18 10
823,5	23 21 00,788	11 18	4 33	15 55	19 06	17 24
824,5	23 24 57,344	11 21	4 10	15 55	20 03	15 35
825,5	23 28 53,897	11 25	3 47	15 55	20 58	12 55
826,5	23 32 50,448	11 28	3 24	15 56	21 51	9 36
827,5	23 36 46,997	11 32	3 01	15 56	22 43	5 51
828,5	23 40 43,544	11 36	2 38	15 56	23 32	— 1 52
829,5	23 44 40,091	11 39	2 15	15 57	0 21	+ 2 06
830,5	23 48 36,638	11 43	1 52	15 57	1 09	5 55
831,5	23 52 33,187	11 46	1 29	15 57	1 57	9 24
832,5	23 56 29,737	11 50	1 05	15 57	2 44	12 27
833,5	0 00 26,289	11 54	0 42	15 58	3 32	14 55
834,5	0 04 22,842	11 57	+ 0 19	15 58	4 21	16 45
835,5	0 08 19,396	12 01	— 0 05	15 58	5 10	17 51
836,5	0 12 15,951	12 04	0 28	15 58	6 00	18 10
837,5	0 16 12,506	12 08	0 51	15 59	6 51	17 40
838,5	0 20 09,061	12 12	1 15	15 59	7 42	16 21
839,5	0 24 05,615	12 15	1 38	15 59	8 33	14 13
840,5	0 28 02,166	12 19	2 02	15 59	9 25	11 19
841,5	0 31 58,716	12 22	— 2 24	16 00	10 17	+ 7 46

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapesten						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	Cs	(40)	274	5 42	11 34	17 28	4 12	16 53	☉ 13 31	
2	P		275	5 43	11 33	17 23	5 25	17 25		
3	Sz		276	5 44	11 33	17 20	6 40	17 59		
4	V		277	5 45	11 33	17 18	7 55	18 36		
5	H	41	278	5 47	11 32	17 17	9 09	19 17		
6	K		279	5 48	11 32	17 15	10 21	20 06		
7	Sz		280	5 49	11 32	17 13	11 27	20 59		
8	Cs		281	5 51	11 32	17 11	12 25	21 59		
9	P		282	5 53	11 31	17 09	13 16	23 03	☾ 5 22	
10	Sz		283	5 55	11 31	17 07	13 59	—		
11	V		284	5 56	11 31	17 05	14 26	0 10		
12	H	42	285	5 57	11 30	17 03	15 09	1 16		
13	K		286	5 59	11 30	17 01	15 39	2 23		
14	Sz		287	6 00	11 30	16 59	16 07	3 28		
15	Cs		288	6 02	11 30	16 57	16 33	4 32		
16	P		289	6 03	11 30	16 55	17 01	5 35	☉ 16 58	
17	Sz		290	6 05	11 29	16 54	17 30	6 37		
18	V		291	6 06	11 29	16 52	18 01	7 37		
19	H	43	292	6 07	11 29	16 50	18 36	8 37		
20	K		293	6 09	11 29	16 48	19 14	9 32		
21	Sz		294	6 10	11 29	16 46	19 57	10 25		
22	Cs		295	6 12	11 29	16 44	20 45	11 24		
23	P		296	6 14	11 28	16 42	21 38	11 58		
24	Sz		297	6 15	11 28	16 41	22 35	12 38	☾ 21 22	
25	V		298	6 16	11 28	16 39	23 36	13 15		
26	H	44	299	6 18	11 28	16 38	—	13 48		
27	K		300	6 19	11 28	16 36	0 40	14 19		
28	Sz		301	6 21	11 28	16 34	1 49	14 50		
29	Cs		302	6 23	11 28	16 32	2 59	15 21		
30	P		303	6 24	11 28	16 31	4 13	15 53		
31	Sz		304	6 25	11 28	16 30	5 29	16 29	☉ 23 41	

Hold: 4-én 22^h-kor földközeli, látszólagos sugara: 16'25'',7
 20-án 20^h-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14'43'',7

H Ó N A P

0 ^b világidőkor						
Julián datum 2436...	Csillagidő ($\lambda = 0^{\circ}$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenzioja	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenzioja	dekliná- ciója
	h m s	h m	° ′	° ′ ′	h m	° ′
... 842,5	0 35 55,264	12 26	— 2 48	16 00	11 10	+ 3 42
843,5	0 39 51,812	12 30	3 12	16 00	12 04	— 0 41
844,5	0 43 48,359	12 33	3 35	16 01	12 59	5 07
845,5	0 47 44,908	12 37	3 58	16 01	13 55	9 19
846,5	0 51 41,459	12 40	4 21	16 01	14 53	12 58
847,5	0 55 38,013	12 44	4 44	16 01	15 53	15 47
848,5	0 59 34,569	12 48	5 08	16 02	16 53	17 33
849,5	1 03 31,127	12 51	5 31	16 02	17 53	18 11
850,5	1 07 27,685	12 55	5 53	16 02	18 53	17 39
851,5	1 11 24,241	12 59	6 16	16 02	19 50	16 04
852,5	1 15 20,796	13 02	6 39	16 03	20 45	13 37
853,5	1 19 17,348	13 06	7 02	16 03	21 38	10 28
854,5	1 23 13,897	13 10	7 24	16 03	22 29	6 52
855,5	1 27 10,445	13 13	7 47	16 04	23 19	— 3 00
856,5	1 31 06,993	13 17	8 09	16 04	0 07	+ 0 56
857,5	1 35 03,540	13 21	8 31	16 04	0 54	4 47
858,5	1 39 00,089	13 25	8 54	16 04	1 42	8 23
859,5	1 42 56,640	13 28	9 16	16 05	2 29	11 34
860,5	1 46 53,192	13 32	9 38	16 05	3 17	14 15
861,5	1 50 49,745	13 36	9 59	16 05	4 06	16 18
862,5	1 54 46,300	13 40	10 21	16 06	4 55	17 38
863,5	1 58 42,856	13 43	10 42	16 06	5 45	18 12
864,5	2 02 39,412	13 47	11 04	16 06	6 35	17 59
865,5	2 06 35,969	13 51	11 25	16 06	7 25	16 57
866,5	2 10 32,524	13 55	11 46	16 07	8 15	15 08
867,5	2 14 29,078	13 59	12 06	16 07	9 05	12 34
868,5	2 18 25,630	14 02	12 27	16 07	9 56	9 19
869,5	2 22 22,180	14 06	12 47	16 07	10 48	5 31
870,5	2 26 18,729	14 10	13 08	16 08	11 40	+ 1 17
871,5	2 30 15,278	14 14	13 28	16 08	12 34	— 3 09
872,5	2 34 11,828	14 18	— 13 47	16 08	13 30	— 7 32

I. NOVEMBER

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben						
				Budapest					A HOLD fény-változásai	
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	V	(44)	305	6 27	11 28	16 28	6 46	17 09		
2	H	45	306	6 28	11 28	16 26	8 01	17 55		
3	K		307	6 30	11 28	16 24	9 12	18 48		
4	Sz		308	6 32	11 28	16 23	10 16	19 48		
5	Cs		309	6 33	11 28	16 21	11 12	20 53		
6	P		310	6 35	11 28	16 20	11 59	22 00		
7	Sz		311	6 36	11 28	16 19	12 39	23 08	☾ 14 23	
8	V		312	6 37	11 28	16 18	13 12	—		
9	H	46	313	6 39	11 28	16 16	13 43	0 15		
10	K		314	6 41	11 28	16 15	14 11	1 20		
11	Sz		315	6 42	11 28	16 13	14 38	2 25		
12	Cs		316	6 44	11 28	16 12	15 04	3 27		
13	P		317	6 45	11 28	16 11	15 33	4 29		
14	Sz		318	6 46	11 28	16 10	16 02	5 29		
15	V		319	6 47	11 29	16 09	16 35	6 29	☼ 10 42	
16	H	47	320	6 49	11 29	16 08	17 12	7 26		
17	K		321	6 51	11 29	16 06	17 53	8 20		
18	Sz		322	6 53	11 29	16 05	18 40	9 10		
19	Cs		323	6 54	11 30	16 05	19 30	9 56		
20	P		324	6 56	11 30	16 04	20 25	10 37		
21	Sz		325	6 57	11 30	16 03	21 24	11 15		
22	V		326	6 58	11 30	16 02	22 25	11 48		
23	H	48	327	6 59	11 30	16 01	23 30	12 20	☾ 14 03	
24	K		328	7 01	11 31	16 00	—	12 50		
25	Sz		329	7 03	11 31	15 59	0 37	13 19		
26	Cs		330	7 04	11 31	15 58	1 47	13 49		
27	P		331	7 05	11 32	15 58	3 00	14 21		
28	Sz		332	7 07	11 32	15 57	4 15	15 47		
29	V		333	7 08	11 32	15 57	5 31	16 41		
30	H	49	334	7 09	11 33	15 56	6 47	16 30	☼ 9 46	

Hold: 2-án 2^h-kor földközeli, látszólagos sugara: 16'38'',6
 17-én 8^h-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14'42'',1
 30-án 13^h-kor földközeli, látszólagos sugara: 16'45'',1

HÓ NAP

0 ^b világidőkor						
Julián dátum 2436...	Csillagidő ($\lambda = 0^{\circ}$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	deklina- ciója	látászó- sugara	rektasz- cenziója	deklina- ciója
	h m s	h m	° '	''	h m	° '
... 873,5	2 38 08,380	14 22	—14 07	16 08	14 29	—11 33
874,5	2 42 04,935	14 26	14 26	16 09	15 29	14 50
875,5	2 46 01,493	14 30	14 45	16 09	16 31	17 07
876,5	2 49 58,052	14 34	15 04	16 09	17 34	18 12
877,5	2 53 54,613	14 38	15 23	16 09	18 36	18 01
878,5	2 57 51,173	14 41	15 41	16 10	19 35	16 41
879,5	3 01 47,730	14 45	15 59	16 10	20 32	14 24
880,5	3 05 44,285	14 49	16 17	16 10	21 26	11 22
881,5	3 09 40,838	14 53	16 35	16 10	22 18	7 50
882,5	3 13 37,389	14 57	16 52	16 11	23 07	4 00
883,5	3 17 33,938	15 02	17 09	16 11	23 55	— 0 04
884,5	3 21 30,488	15 06	17 26	16 11	0 42	+ 3 47
885,5	3 25 27,039	15 10	17 42	16 11	1 29	7 27
886,5	3 29 23,591	15 14	17 58	16 12	2 16	10 46
887,5	3 33 20,146	15 18	18 14	16 12	3 04	13 36
888,5	3 37 16,701	15 22	18 30	16 12	3 52	15 52
889,5	3 41 13,259	15 26	18 45	16 12	4 42	17 26
890,5	3 45 09,817	15 30	19 00	16 12	5 31	18 15
891,5	3 49 06,375	15 34	19 14	16 13	6 21	18 16
892,5	3 53 02,934	15 38	19 28	16 13	7 11	17 29
893,5	3 56 59,492	15 43	19 42	16 13	8 01	15 55
894,5	4 00 56,049	15 47	19 55	16 13	8 50	13 37
895,5	4 04 52,604	15 51	20 08	16 13	9 39	10 39
896,5	4 08 49,157	15 55	20 21	16 14	10 29	7 07
897,5	4 12 45,709	15 59	20 33	16 14	11 20	+ 3 08
898,5	4 16 42,260	16 04	20 45	16 14	12 11	— 1 08
899,5	4 20 38,812	16 08	20 57	16 14	13 05	5 30
900,5	4 24 35,366	16 12	21 08	16 14	14 01	9 41
901,5	4 28 31,922	16 16	21 19	16 14	15 01	13 23
902,5	4 32 28,481	16 21	—21 29	16 15	16 02	—16 14

I. DECEMBER

Datum	A hét napja	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaldőben						A HOLD fény-változásai
				Budapesten						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	K	(49)	335	7 10	11 33	15 56	7 57	17 29		
2	Sz		336	7 11	11 34	15 55	8 59	18 34		
3	Cs		337	7 13	11 34	15 53	9 53	19 43		
4	P		338	7 14	11 34	15 54	10 37	20 53		
5	Sz		339	7 15	11 35	15 54	11 15	22 03		
6	V	50	340	7 16	11 35	15 53	11 46	23 11	3 11	
7	H		341	7 18	11 36	15 53	12 16	—		
8	K		342	7 19	11 36	15 53	12 43	0 16		
9	Sz		343	7 20	11 37	15 53	13 10	1 20		
10	Cs		344	7 21	11 37	15 53	13 37	2 22		
11	P	51	345	7 22	11 38	15 53	14 06	3 22	5 49	
12	Sz		346	7 22	11 38	15 53	14 37	4 21		
13	V		347	7 23	11 38	15 53	15 12	5 20		
14	H		348	7 24	11 39	15 53	15 52	6 15		
15	K		349	7 25	11 39	15 53	16 36	7 07		
16	Sz		350	7 25	11 40	15 53	17 25	7 55		
17	Cs		351	7 26	11 41	15 54	18 19	8 38		
18	P		352	7 27	11 41	15 54	19 16	9 17		
19	Sz		353	7 28	11 41	15 54	20 17	9 52		
20	V		354	7 28	11 42	15 55	21 19	10 23		
21	H	52	355	7 29	11 42	15 55	22 24	10 53	4 28	
22	K		356	7 30	11 42	15 56	23 27	11 22		
23	Sz		357	7 30	11 43	15 56	—	11 50		
24	Cs		358	7 30	11 44	15 57	0 40	12 20		
25	P		359	7 31	11 45	15 58	1 51	12 53		
26	Sz	53	360	7 31	11 45	15 58	3 04	13 21	20 09	
27	V		361	7 31	11 45	15 58	4 18	14 15		
28	H		362	7 31	11 46	15 59	5 30	15 07		
29	K		363	7 32	11 46	16 00	6 38	16 08		
30	Sz		364	7 32	11 47	16 00	7 37	17 17		
31	Cs		365	7 32	11 47	16 01	8 27	18 29		

Tél kezdete: 22-én 15^h35^m-kor.

Hold: 14-én 8^h-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14'42'',0

29-én 2^h-kor földközeli, látszólagos sugara: 16'42'',1

HÓ NAP

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2436...	Csillagidő (λ = 0°-nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
...903,5	4 36 25,043	16 25	—21 39	16 15	17 06	—17 57
904,5	4 40 21,606	16 29	21 49	16 15	18 10	18 23
905,5	4 44 18,170	16 34	21 58	16 15	19 13	17 30
906,5	4 48 14,731	16 38	22 06	16 15	20 13	15 29
907,5	4 52 11,290	16 42	22 15	16 15	21 10	12 34
908,5	4 56 07,846	16 47	22 22	16 16	22 04	9 04
909,5	5 00 04,399	16 51	22 30	16 16	22 55	5 13
910,5	5 04 00,951	16 55	22 37	16 16	23 44	— 1 14
911,5	5 07 57,503	16 59	22 43	16 16	0 31	+ 2 42
912,5	5 11 54,056	17 04	22 49	16 16	1 18	6 26
913,5	5 15 50,610	17 09	22 55	16 16	2 05	9 52
914,5	5 19 47,165	17 13	23 00	16 16	2 52	12 52
915,5	5 23 43,723	17 17	23 05	16 16	3 40	15 19
916,5	5 27 40,282	17 22	23 09	16 17	4 29	17 06
917,5	5 31 36,841	17 26	23 13	16 17	5 18	18 10
918,5	5 35 33,402	17 31	23 16	16 17	6 08	18 26
919,5	5 39 29,902	17 35	23 19	16 17	6 58	17 54
920,5	5 43 26,522	17 40	23 22	16 17	7 48	16 33
921,5	5 47 23,080	17 44	23 23	16 17	8 38	14 28
922,5	5 51 19,638	17 48	23 25	16 17	9 27	11 42
923,5	5 55 16,193	17 53	23 26	16 17	10 16	8 22
924,5	5 59 12,746	17 57	23 26	16 17	11 05	4 35
925,5	6 03 09,299	18 02	23 26	16 17	11 55	+ 0 30
926,5	6 07 05,851	18 06	23 26	16 17	12 46	— 3 43
927,5	6 11 02,405	18 11	23 25	16 17	13 39	7 53
928,5	6 14 58,961	18 15	23 24	16 17	14 35	11 43
929,5	6 18 55,520	18 20	23 22	16 17	15 34	14 57
930,5	6 22 52,082	18 24	23 20	16 17	16 36	17 15
931,5	6 26 48,645	18 28	23 17	16 17	17 40	18 22
932,5	6 30 45,209	18 33	23 14	16 17	18 44	18 09
933,5	6 34 41,772	18 37	—23 10	16 18	19 46	—16 40

II/a. A szabad szemmel látható bolygók koordinátái

Dátum	MERKUR			VENUS			MARS		
	Rektasz- cen- ziója	Dekli- nációja	Lát- szó- suga- ra	Rektasz- cen- ziója	Dekli- nációja	Lát- szó- suga- ra	Rektasz- cen- ziója	Dekli- nációja	Lát- szó- suga- ra
1959	h m	° /	"	h m	° /	"	h m	° /	"
Jan. 1	17 07	—21 14	3,14	19 36	22 48	5,07	2 58	+18 50	6,41
6	17 33	22 23	2,90	20 03	21 47	5,10	3 01	19 07	6,07
11	18 02	23 13	2,72	20 29	20 29	5,14	3 05	19 27	5,75
16	18 33	23 38	2,59	20 55	18 56	5,18	3 11	19 50	5,45
21	19 05	23 34	2,50	21 20	17 10	5,23	3 17	20 15	5,17
26	19 39	22 58	2,43	21 45	15 12	5,27	3 24	20 41	4,92
31	20 13	21 47	2,39	22 09	13 03	5,32	3 31	21 08	4 68
Febr. 5	20 47	20 01	2,38	22 33	10 46	5,63	3 40	21 36	4,46
10	21 22	17 38	2,38	22 56	8 22	5,44	3 48	22 03	4,26
15	21 56	14 39	2,42	23 19	5 52	5,51	3 58	22 30	4,08
20	22 31	11 05	2,49	23 42	3 18	5,58	4 07	22 56	3,91
25	23 06	7 01	2,61	0 04	— 0 42	5,66	4 18	23 20	3,75
Márc. 1	23 32	— 3 31	2,77	0 22	+ 1 22	5,99	4 26	23 39	3,63
6	0 02	+ 0 50	3,06	0 44	3 58	5,81	4 37	24 00	3,50
11	0 26	4 39	3,50	1 07	6 32	5,91	4 48	24 19	3,37
16	0 40	7 16	4,07	1 29	9 02	6,02	4 59	24 36	3,26
21	0 42	8 13	4,73	1 52	11 28	6,13	5 11	24 49	3,15
26	0 34	7 21	5,31	2 15	13 46	6,25	5 23	25 00	3,05
31	0 20	5 08	5,62	2 38	15 57	6,39	5 35	25 07	2,95
Ápr. 5	0 08	2 31	5,54	3 02	17 57	6,53	5 47	25 11	2,87
10	0 03	+ 0 29	5,29	3 26	19 47	6,69	5 59	25 12	2,79
15	0 05	— 0 32	4,87	3 51	21 24	6,86	6 11	25 08	2,71
20	0 15	0 30	4,45	4 16	22 47	7,05	6 24	25 01	2,64
25	0 30	0 27	4,06	4 41	23 56	7,25	6 36	24 51	2,57
30	0 49	2 10	3,72	5 06	24 48	7,47	6 49	24 36	2,51
Máj. 5	1 12	4 30	3,42	5 31	25 24	7,71	7 02	24 18	2,46
10	1 39	7 19	3,16	5 57	25 43	7,98	7 14	23 56	2,40
15	2 09	10 31	2,94	6 22	25 45	8,27	7 27	23 30	2,35
20	2 42	13 57	2,76	6 47	25 30	8,59	7 40	23 00	2,31
25	3 20	17 26	2,63	7 11	24 59	8,94	7 52	22 27	2,26
30	4 03	20 39	2,55	7 35	24 13	9,33	8 05	21 50	2,22
Jún. 5	4 58	23 38	2,53	8 02	22 58	9,85	8 20	21 01	2,18
10	5 45	24 59	2,60	8 24	21 42	10,34	8 32	20 17	2,14
15	6 30	25 12	2,72	8 45	20 16	10,88	8 45	19 29	2 11
20	7 11	24 26	2,90	9 05	18 39	11,49	8 57	18 38	2,08
25	7 47	22 57	3,13	9 24	16 55	12 16	9 09	17 44	20,5
30	8 17	+20 56	3,40	9 42	+15 04	12,92	9 21	+16 48	2,03

és látszólagos sugara 0^h világidőkor

Dátum	JUPITER			SATURNUS			URÁNUSZ		
	Rektasz- cen- ziója	Dekli- nációja	Lát- szó- suga- ra	Rektasz- cen- ziója	Dekli- nációja	Lát- szó- suga- ra	Rektasz- cen- ziója	Dekli- nációja	Lát- szó- suga- ra
1959	h m	° ' "		h m	° ' "		h m	° ' "	
Jan. 1	15 27	—17 51	15 19	+17 58	—22 29	6,76	9 13	+16 49	1,94
6	15 31	18 04	15,35	18 00	22 30	6,77	9 13	16 52	1,95
11	15 35	18 16	15,51	18 03	22 30	6,79	9 12	16 55	1,95
16	15 38	18 28	15,69	18 05	22 30	6,81	9 11	16 59	1,96
21	15 41	18 38	15,89	18 08	22 29	6,83	9 10	17 02	1,96
26	15 44	18 47	16,09	18 10	22 29	6,86	9 10	17 06	1,96
31	15 47	18 56	16,31	18 12	22 28	6,89	9 09	17 10	1,96
Febr. 5	15 50	19 03	16,54	18 14	22 28	6,92	9 08	17 14	1,96
10	15 52	19 10	16,78	18 16	22 27	6,96	9 07	17 18	1,96
15	15 54	19 16	17,03	18 18	22 26	7,00	9 06	17 21	1,96
20	15 56	19 21	17,29	18 20	22 25	7,04	9 05	17 25	1,96
25	15 57	19 25	17,56	18 22	22 25	7,09	9 04	17 29	1,96
Márc. 1	+15 58	19 27	17,78	18 23	22 24	7,13	9 04	17 31	1,95
6	15 59	19 29	18,06	18 25	22 23	7,18	9 03	17 34	1,95
11	16 00	19 31	18 36	18 26	22 22	7,24	9 02	17 37	1,94
16	16 00	19 31	18,63	18 27	22 21	7,30	9 02	17 40	1,94
21	16 00	19 31	18,91	18 28	22 20	7,36	9 01	17 42	1,93
26	16 00	19 29	19,19	18 29	22 20	7,42	9 01	17 44	1,93
31	16 00	19 27	19 46	18 30	22 19	7,48	9 00	17 45	1,92
Ápr. 5	15 59	19 24	19,72	18 30	22 19	7,54	9 00	17 46	1,91
10	15 57	19 20	19,97	18 30	22 18	7,61	9 00	17 47	1,90
15	15 56	19 15	20,20	18 31	22 18	7,67	9 00	17 48	1,89
20	15 54	19 10	20,41	18 31	22 18	7,73	9 00	17 48	1,89
25	15 52	19 04	20,59	18 30	22 18	7,79	9 00	17 47	1,88
30	15 50	18 57	20,75	18 30	22 18	7,85	9 00	17 47	1,87
Máj. 5	15 48	18 49	20,87	18 29	22 19	7,91	9 00	17 46	1,86
10	15 45	18 41	20,96	18 29	22 19	7,96	9 00	17 44	1,85
15	15 42	18 33	21,02	18 28	22 20	8,02	9 01	17 42	1,84
20	15 40	18 25	21,04	18 27	22 21	8,06	9 01	17 40	1,84
25	15 37	18 17	21,02	18 26	22 21	8,10	9 02	17 38	1,83
30	15 35	18 09	20,97	18 24	22 22	8,14	9 02	17 35	1,82
Jún. 5	15 32	18 00	20 87	18 23	22 23	8,18	9 03	17 31	1,81
10	15 29	17 52	20,74	18 21	22 24	8,20	9 04	17 27	1,80
15	15 27	17 46	20,59	18 20	22 25	8,22	9 05	17 24	1,80
20	15 25	17 40	20,41	18 18	22 26	8,23	9 06	17 20	1,79
25	15 24	17 35	20,21	18 17	22 28	8,24	9 07	17 15	1,79
30	15 22	—17 31	19,98	18 15	—22 20	8,24	9 08	+17 11	1,78

II/a. A szabad szemmel látható bolygók koordinátái

Dátum	MERKUR			VÉNUSZ			MARS		
	Rektasz- cen- ziója	Dekl- nációja	Lát- szó- suga- ra	Rektasz- cen- ziója	Dekl- nációja	Lát- szó- suga- ra	Rektasz- cen- ziója	Dekl- nációja	Lát- szó- suga- ra
1959	h m	° /	"	h m	° /	"	h m	° /	"
Júl. 6	8 47	+ 18 14	3,78	10 01	+ 12 47	13,95	9 36	+ 15 36	2,00
11	9 05	15 58	4,14	10 16	10 50	14,93	9 47	14 34	1,97
16	9 18	13 54	4,54	10 29	8 54	16,04	9 59	13 30	1,95
21	9 23	12 16	4,96	10 40	6 59	17,29	10 11	12 23	1,93
26	9 20	11 19	5,35	10 50	5 11	18,69	10 23	11 14	1,92
31	9 11	11 17	5,60	10 56	3 30	20,24	10 35	10 03	1,90
Aug. 5	8 57	12 11	5,59	11 00	2 01	21,94	10 46	8 51	1,89
10	8 43	13 42	5,27	11 01	+ 0 48	24,84	10 58	7 37	1,87
15	8 37	15 19	4,72	10 58	- 0 03	25 56	11 10	6 22	1,86
20	8 43	16 27	4,09	10 52	0,28	27,23	11 21	5 06	1,85
25	9 00	16 41	3,53	10 43	0 23	28,55	11 33	3 48	1,84
30	9 28	15 44	3,09	10 31	0 11	29,30	11 45	2 30	18,3
Szept. 5	10 10	13 01	2,73	10 18	1 22	29,25	11 59	+ 0 56	1,82
10	10 46	9 45	2,55	10 08	2 36	28,44	12 11	- 0 24	1,82
15	11 22	5 59	2,45	10 01	3 51	27,10	12 23	1 43	1,81
20	11 55	+ 2 02	2,40	9 59	4 57	25,45	12 35	3 03	1,81
25	12 27	- 1 53	2,38	10 00	5 49	23,68	12 47	4 22	1,81
30	12 57	5 41	2,39	10 04	6 23	21,94	12 59	5 41	1,80
Okt. 5	13 27	9 17	2,42	10 12	6 39	20,31	13 11	7 00	1,80
10	13 55	12 37	2,48	10 23	6 37	18,81	13 23	8 17	1,80
15	14 24	15 40	2,57	10 35	6 17	17,47	13 36	9 33	1,81
20	14 51	18 21	2,68	10 50	5 40	16 26	13 49	10 48	1,81
25	15 18	20 39	2,83	10 05	4 48	15 19	14 01	12 02	1,81
30	15 44	22 29	3,04	11 22	3 43	14,24	14 14	13 13	1,82
Nov. 5	16 11	23 57	3,39	11 44	2 10	13,24	14 30	14 36	1,82
10	16 27	24 23	3,78	12 02	+ 0 40	12,50	14 44	15 42	1,83
15	16 31	23 55	4,28	12 21	- 0 57	11,84	14 58	16 46	1,84
20	16 20	22 12	4,76	12 41	2 41	11,24	15 12	17 46	1,85
25	15 55	19 23	4,92	13 01	4 30	10,70	15 26	18 43	1,86
30	15 33	16 53	4,56	13 22	6 22	10,22	15 40	19 36	1,87
Dec. 5	15 28	16 08	3,98	13 43	8 15	9,78	15 55	20 55	1,88
10	15 39	16 57	3,48	14 05	10 07	9,38	16 10	21 10	1,89
15	15 59	18 31	3,12	14 27	11 58	9,02	16 25	21 50	1,90
20	16 25	20 16	2,86	14 50	13 45	8,69	16 40	22 25	1,92
25	16 54	21 52	2,67	15 13	15 25	8,38	16 56	22 55	1,93
30	17 25	-23 08	2,54	15 37	-16 59	8,10	17 11	23 19	1,95

és látszólagos sugara 0^h világidőkor

Dátum	JUPITER			SZATURNUSZ			URÁNUSZ		
	Rektasz- cen- ziója	Dekli- nációja	Lát- szó- suga- ra	Rektasz- cen- ziója	Dekli- nációja	Lát- szó- suga- ra	Rektasz- cen- ziója	Dekli- nációja	Lát- szó- suga- ra
1959	h m	° '	"	h m	° '	"	h m	° '	"
Júl. 6	15 21	—17 28	19,70	18 13	—22 30	8,23	9,09	+17 05	1,78
11	15 20	17 26	19,44	18 12	22 31	8,21	9 10	17 00	1,77
16	15 20	17 26	19,18	18 10	22 32	8,19	9 11	16 55	1,77
21	15 20	17 27	18,91	18 09	22 33	8,16	9 12	16 50	1,77
26	15 20	17 29	18,64	18 07	22 33	8,12	9 14	16 44	1,77
31	15 20	17 32	18,37	18 06	22 34	8,08	9 15	16 39	1,76
Aug. 5	15 21	17 36	18,10	18 05	22 35	8,04	9 16	16 33	1,76
10	15 22	17 41	17,83	18 04	22 36	7,99	9 17	16 28	1,76
15	15 24	17 47	17,57	18 04	22 37	7,94	9 19	16 22	1,76
20	15 25	17 54	17,32	18 03	22 38	7,88	9 20	16 16	1,77
25	15 27	18 03	17,07	18 02	22 38	7,83	9 21	16 11	1,77
30	15 29	18 11	16,84	18 02	22 39	7,76	9 22	16 05	1,77
Szept. 5	15 32	18 23	16,57	18 02	22 40	7,69	9 24	15 59	1,77
10	15 35	18 33	16,35	18 02	22 41	7,63	9 25	15 54	1,78
15	15 38	18 44	16,15	18 02	22 42	7,57	9 26	15 49	1,78
20	15 41	18 55	15,96	18 03	22 42	7,50	9 27	15 44	1,78
25	15 44	19 07	15,78	18 03	22 43	7,44	9 28	15 39	1,79
30	15 48	19 19	15,61	18 04	22 44	7,38	9 29	15 35	1,80
Okt. 5	15 51	19 31	15,46	18 05	22 44	7,32	9 30	15 30	1,80
10	15 55	19 44	15,32	18 06	22 45	7,26	9 31	15 27	1,81
15	15 59	19 56	15,19	18 08	22 45	7,21	9 31	15 23	1,82
20	16 03	20 08	15 07	18 09	22 46	7,15	9 32	15 20	1,82
25	16 07	20 20	14,96	18 10	22 46	7,10	9 33	15 17	1,83
30	16 12	20 32	14,87	18 12	22 46	7,05	9 33	15 14	1,84
Nov. 5	16 17	20 47	14,78	18 14	22 46	7,00	9 34	15 12	1,85
10	16 22	20 58	14,71	18 16	22 46	6,95	9 34	15 10	1,86
15	16 26	21 09	14,66	18 18	22 46	6,92	9 35	15 09	1,87
20	16 31	21 20	14,62	18 21	22 45	6,89	9 35	15 09	1,88
25	16 36	21 30	14,59	18 23	22 45	6,86	9 35	15 09	1,88
30	16 40	21 40	14,57	18 25	22 44	6,83	9 35	15 09	1,89
Dec. 5	16 45	21 49	14,57	18 27	22 43	6,81	9 35	15 09	1,90
10	16 50	21 58	14,58	18 30	22 41	6,79	9 35	15 11	1,91
15	16 55	22 06	14,60	18 32	22 40	6,77	9 34	15 12	1,92
20	17 00	22 14	14,64	18 35	22 38	6,76	9 34	15 14	1,93
25	17 05	22 21	14,69	18 37	22 37	6,75	9 33	15 16	1,93
30	17 09	—22 27	14,75	18 40	—22 35	6,75	9 33	+15 19	1,94

II/b. Az öt fényes bolygó távolsága (d) és fényessége (m)

(csillagászati egységekben, illetve magnitúdókban)

Dátum	Merkur d m	Vénusz d m	Mars d m	Jupiter d m	Szaturnusz d m
Jan. 1	1,06 —0,2	1,66 —3,4	0,73 —0,6	6,05 —1,4	11,03 +0,7
16	1,29 —0,2	1,62 —3,4	0,86 —0,1	5,86 —1,4	10,96 +0,7
Febr. 1	1,40 —0,5	1,58 —3,3	1,01 +0,3	5,62 —1,5	10,82 +0,8
16	1,38 —1,2	1,52 —3,3	1,16 +0,6	5,38 —1,6	10,64 +0,8
Márc 1	1,21 —1,1	1,47 —3,4	1,29 +0,9	5,17 —1,7	10,46 +0,8
16	0,82 +0,7	1,40 —3,4	1,44 +1,1	4,93 —1,8	10,22 +0,8
Ápr. 1	0,59 +2,8	1,31 —3,4	1,59 +1,3	4,71 —1,9	9,95 +0,7
16	0,70 +1,1	1,22 —3,5	1,74 +1,5	4,54 —2,0	9,71 +0,7
Máj. 1	0,91 +0,5	1,12 —3,5	1,87 +1,6	4,42 —2,0	9,48 +0,6
16	1,15 —0,3	1,01 —3,6	2,00 +1,8	4,37 —2,1	9,29 +0,5
Jún. 1	1,32 —1,7	0,89 —3,8	2,12 +1,9	4,39 —2,1	9,14 +0,4
16	1,21 —0,8	0,76 —3,9	2,22 +1,9	4,47 —2,0	9,07 +0,3
Júl. 1	0,97 +0,3	0,64 —4,0	2,32 +2,0	4,61 —2,0	9,05 +0,2
16	0,73 +1,0	0,52 —4,1	2,40	4,79 —1,9	9,11 +0,4
Aug. 1	0,59 +2,3	0,41 —4,2	2,47	5,02 —1,8	9,23 +0,4
16	0,73 +1,5	0,32 —3,9	2,52	5,25 —1,7	9,41 +0,5
Szept. 1	1,13 —0,7	0,29 —3,2	2,56	5,49 —1,6	9,63 +0,6
16	1,37 —1,3	0,31 —3,9	2,58	5,70 —1,5	9,87 +0,7
Okt. 1	1,39 —0,6	0,39 —4,3	2,59	5,90 —1,4	10,12 +0,8
16	1,29 —0,2	0,49 —4,2	2,59	6,06 —1,4	10,36 +0,8
Nov. 1	1,06 0,0	0,61 —4,1	2,57	6,19 —1,3	10,60 +0,8
16	0,76 +0,9	0,72 —4,0	2,54	6,27 —1,3	10,78 +0,8
Dec. 1	0,75 +1,0	0,83 —3,9	2,51	6,31	10,92 +0,8
16	1,09 —0,3	0,94 —3,8	2,46	6,29	11,01 +0,7

II/c. A nálunk észlelhető legfeltűnőbb meteorrajok

Név	Radiációs pont		Észlelhetőségi időköz			Gyakorisági maximumok	
	RA	D					
Quadraidák	227°	+46°	—			Január	3
Hydraidák	184	—27	Március	12—Április	5	Március	5
Virginidák	200	—6	Március	1—Május	10	Április	3
Lyridák	273	+35	Április	12—Április	24	Április	22
Májusi-Aquaridák	338	—1	Április	20—Május	21	Május	5
Scorpius-Sagittaridák	270	—30	Április	20—Július	30	Június	14
Júhosi-Aquaridák	343	—17	Július	25—Augusztus	10	Augusztus	3
Perseidák	43	+56	Július	20—Augusztus	19	Augusztus	11
Cygnidák	324	+51	Július	25—Szeptember	8	Augusztus	16
Cepheidák	308	+64	—			Augusztus	18
Piscidák	0	+4	Augusztus	16—Október	8	Szeptember	12
Orionidák	94	+16	Október	11—Október	30	Október	19
Tauridák	58	+21	Szeptember	4—December	10	November	13
Leonidák	151	+21	—			November	16
Geminidák	113	+30	December	5—December	19	December	12

III a. A Jupiter-holdak helyzetei

Hó- nap	Február			Március		
	A holdak a bolygó			A holdak a bolygó		
	nyugati oldalán		keleti oldalán	nyugati oldalán		keleti oldalán
Dátum	5h45m			4h15m		
1	2.	·1	·3 ·4	·4	·1	3.
2	1·2		3. ·4	·4	·2	·3
3			3 ·1 ·2	4		·1 ·2 3.
4	3·1			·4 1.		3. 2.
5	3. ·2	1.	4.	3. 2.		·4 ·1
6	·3	·2	4.	·3 1 ·2		·4
7	1.	4 ·2.		·3		1. ·2 ·4
8	2. 4.	·1	·3	·12.		·3 ·4
9	4. 1·2		3.	·2 1.		·3 ·4
10	4.		3 ·1 ·2			·2 3. 4.
11	4. 3·1 2.			1.		3. 2. 4.
12	·4 3. 2.	1.		3. 2.		·1 4.
13	·4 ·3 1	·2		3. 1·2		4.
14	·4	2.		·3 4.		1·2
15	·4 2.	·1	·3	4. ·1		2·3
16	1·2	·4	·3	4. 2.		1. ·3
17		·1 3·2·4		4.		·2 3.
18	1. 3.	2. ·4		·4	·1	3. 2.
19	3. 2.	1.	·4	·4 3. 2.		·1
20	·3 1		·4	3 ·4 1·2		
21	·3	1. 2. 4.		·3 ·4		·1 ·2
22	2.	·3 4.		·1		·32 ·4
23	·2 1.	4 ·3		2.		1. ·3·4
24		4 ·1·2 3.		·1		3 ·4
25	1 4 ·3.	2.				3. 2. ·4
26	4·3·2.	1.		3. 2.		·1 4.
27	4. ·3 1			3. 2 1.		4.
28	4. ·3	1. 2.		·3		·1·2 4.
29				·1		2. 4.
30				2. 4.		1. ·3
31				4. ·1		3.

III/a. A Jupiter-holdak helyzetei

Hó- nap	Április		Május	
	A holdak a bolygó		A holdak a bolygó	
	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
Dátum	2 ^h 45 ^m		1 ^h 00 ^m	
1	4.	1. 3. 2	2. 3.	1. 4.
2	4. 3.		3. 2. 1	4.
3	4. 3. 2 1.		3. 4. 1.	2.
4	4. 3.	1. 2.	4.	1.
5	4. 1. 3.	2.	4. 2. 1	3.
6	4. 2.	1. 3.	4.	2. 1. 3.
7	1. 2. 4.	3.	4. 1.	2. 3.
8		1. 4. 2. 3.	4. 2. 3.	1.
9	12.	4.	4. 3. 2. 1	
10	3. 2.	4.	3. 4.	1. 2.
11	3.	1. 2. 4.	2. 3.	4.
12	3. 1.	2. 4.	1. 2.	3. 4.
13	2.	1. 3. 4.		2. 1. 3. 4.
14	2. 1.	4. 3.	1.	2. 3. 4.
15		1. 4. 2. 3.	2. 3.	2. 4.
16	4. 1. 3.	2.	3. 2. 1	4.
17	4. 3. 2. 1.		3.	1. 2. 4.
18	4. 3.	1. 2.	3.	12. 4.
19	4. 3. 1.	2.	2. 4.	3.
20	4. 2.	3.	4.	2. 1. 3.
21	4. 1. 2.	3.	4. 1.	2. 3.
22	4.	1. 2. 3.	4. 2. 3.	1.
23	4. 1.	3. 2.	4. 3. 2. 1	
24	2. 3.	4. 1.	4. 3.	1. 2.
25	3.	4.	4. 3. 1.	2.
26	3. 1.	2. 4.	4. 2.	3.
27	2.	3. 1. 4.	4.	1. 3.
28	2. 1.	3. 4.	1.	4. 2. 3.
29		1. 2. 3. 4.	2. 3.	1. 4.
30	1.	3. 2. 4.	3. 2. 1.	4.
31			3.	1. 2. 4.

III/a. A Jupiter-holdak helyzetei

Hó- nap	Június		Július	
	A holdak a bolygó		A holdak a bolygó	
Dátum	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
	23 ^h 45 ^m		22 ^h 30 ^m	
1	2.	1. 3. 4.		1. 2. 3. 4.
2	.2	.3 4.	.1	2. 3. 4.
3	1.	4. 2. 3.	2. 3.	4.
4	4. 2.	3. 1.	3. .2	4.
5	4. 3. 2. 1.		.3 1.	.2 4.
6	4. 3.	.2 1.	.3 2.	.1 4.
7	4. .3 1.	2.	.2 1. 4.	.3
8	.4 2.	.3 1.	4.	1. 2. 3.
9	.4 .2 1.	.3	4. .1	2. 3.
10	.4	.2 3.	4. 2.	1.
11	.4	.1 3.	4. 3. 2.	
12	.2 3. 1.	.4	.4 .3 1.	.2
13	3.	.2 .1 4.	.4 .3	.1
14	.3 1.	2. 4.	.4 .2 1.	.3
15	2.	1. .4	.4	.2 1. 3.
16	.2 1.	.3 .4	.1	.4 2. 3.
17	1.	.2 3. 4.	2. 3.	1. .4
18		2. 3. 4.	3. 2.	.1 .4
19	2. 3. 1.	4.	.3	.2 .4
20	3.	4. .1	.3	2. 1. 4.
21	.3 4. 1.	2.	2. 1.	.3 4.
22	4. 2.	.3 1.		.1 .3 4.
23	4. .2 1.	.3	.1	4. 2. 3.
24	4.	1. .2 3. .	2. 4.	3. 1.
25	.4	2. 3.	4. 3. 2. 1.	
26	.4 2. 3. 1.		4. 3.	.2
27	3. 4.	.1	4. .3	2.
28	.3 1. 4.	2.	.4 2. 1.	.3
29	2. 3.	.4 1.	.4	.1 .3
30	.2 1.	.3 4.	.4 1.	2. 3.
31			.4 2.	1. 3.

III/a. A Jupiter-holdak helyzetei

Hó nap	Augusztus	
	A holdak a bolygó	
	nyugati oldalán	keleti oldalán
Datum	21h15m	
1	·2 3 ·1	·4
2	3 ·	1 ·2 ·4
3	·3	·1 2 · ·4
4	2 · 1 ·	·3 ·4
5	·2	·1 ·3 ·4
6	1 ·	·2 3 · 4 ·
7	2 ·	·1 3 · 4 ·
8	·2 3 ·1	4 ·
9	3 ·	4 1 ·2
10	·3 4 ·1	2 ·
11	4 · 2 · 3	
12	4 · ·2	·3
13	4 · 1 ·	·2 ·3
14	·4 2 ·	·1 3 ·
15	·4 ·2 1 · 3 ·	
16	·4 3 ·	2 ·
17	·3 ·4 ·1	2 ·
18	2 · 3	1 · 4
19	·2	·3 ·4
20	1 ·	·2 ·3 ·4
21		2 ·1 3 ·4
22	2 · 1 ·	4 ·
23	3 ·	1 · 4 ·
24	·3 ·1	2 · 4 ·
25	·3 2 ·	1 · 4 ·
26	·2 4 ·	·1 ·3
27	4 · 1 ·	·2 ·3
28	4 ·	2 ·1 3 ·
29	4 · 2 · 1 ·	3 ·
30	4 · 3 ·	·2 ·1
31	·4 ·3 ·1	2 ·

A III/a és III/b táblázatokban a Jupiter I—4., azaz a négy fényes holdjára vonatkozólag a következő adatokat találjuk:

A III/a táblázat a fejlécben közölt időpontra feltünteteti a Jupiter és holdjainak látszólagos, körülbelüli viszonylagos helyzetét. A bolygót a vékony középvonal jelképezi, a holdak helyzetét a pontok. A mozgás iránya mindig a holdak megjelölésére szolgáló szám irányába esik.

A III/b táblázatban a k vagy v betű azt adja meg, hogy az időpont a jelenség kezdetére vagy végére vonatkozik-e. A többi betű jelentése a következő: f = fogyatkozás (a Jupiter-hold fogyatkozásban van, tehát a Jupiter árnyékúpjába kerül), m = a hold a Jupiter korongja mögött (tehát nem látszik, a korong eltakarja), e = a hold a Jupiter korongja előtt (tehát a hold látszólagosan a bolygó korongján van), á = a Jupiter korongján a hold „fekete” árnyéka látható (tehát a Jupiteren napfogyatkozás van).

Az időadatok mind közép-európai zónaidőt jelentenek.

III/b. A Jupiter-holdak jelenségei

Hó- nap	Február				Hó- nap	Március			
Dá- túm	h m		Hold	Jelenség	Dá- túm	h m		Hold	Jelenség
4	4 54 5 01	v k	2 2	a e	22	2 19 4 41	v k	3 3	f m
6	4 52	k	1	f	24	1 36	k	2	f
7	5 21 5 22	k v	3 1	m e	25	2 18 3 22	k k	1 1	a a
11	5 12	k	2	a	26	2 46	v	1	m
14	4 20 5 08	k k	3 1	f e	29	4 04	k	3	f
15	4 37	v	1	m	31	4 12	k	2	f
20	4 14 4 30	v k	2 2	f m	Április				
22	3 06	k	1	f	Hó- nap				
23	3 39	v	1	e	Dá- túm	h m		Hold	Jelenség
27	4 32	k	2	f	1	4 11	k	1	a
Hó- nap	Március				2	0 50 1 21 1 27 3 11	k v k v	2 2 1 2	e a f e
Dá- túm	h m		Hold	Jelenség	3	0 49 1 45	v v	1 1	a e
1	2 02 4 15 4 59	k v k	2 2 1	e e f	9	0 16 1 37 1 43 3 19 3 21 3 35 3 53	v k k k k v v	3 2 3 2 1 3 2	a a a e f a a
2	3 23 4 18	k v	1 1	e a	10	0 33 1 24 2 43 3 33	k k v v	1 1 1 1	a e a a
3	2 50	v	1	m	11	0 03 0 47	v v	2 1	m m
4	2 17 4 26	k v	3 3	a a	16	2 03	k	3	a
8	2 09 4 24 4 32	k v k	2 2 2	a a e	17	23 42	k	1	f
9	4 03	k	1	a	18	2 23 2 32 23 05 23 45	v v v v	2 1 1 1	m m a e
10	4 41	v	1	m	25	1 18 1 35 22 49 23 22	k k k k	2 1 1 1	f f a a
11	1 51	v	1	e					
15	2 57	v	3	m					
17	1 18 1 23 3 13 3 37	v k k v	2 2 1 2	f m f m					
18	1 33 2 34 3.41	k v v	1 1 1	e a e					

III/b. A Jupiter-holdak jelenségei

Hónap	Április				Hónap	Május			
Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség
26	0 59 1 31 22 43 23 14	v v v v	1 1 1 2	a e m e	21	21 45 21 54 23 40	k k v	3 3 3	e a e
27	0 01	v	3	m	22	0 08	v	3	a
Hónap	Május				25	3 30	k	1	m
Dátum	h m		Hold	Jelenség	26	0 45 0 55 2 54 3 05 21 56	k k v v k	1 1 1 1 1	e a e a m
2	3 29 3 55	k k	2 2	f f	27	0 16 0 40 3 22 21 20 21 34	v k v v v	1 1 2 1 1	f m f e a
3	1 06 2 53 3 15 22 32 23 16 23 52	k v v k k k	1 1 1 2 2 3	e a e a e f	28	21 17 21 48	v v	2 2	e a
4	0 27 0 49 1 29 3 21	v v v v	1 2 2 3	m a e m	29	1 01 1 52 2 59	k k v	3 3 3	e a e
10	2 37 2 51 23 51	k k k	1 1 1	a e f	Hónap	Június			
11	1 05 1 30 2 11 3 23 3 43 3 49 23 16 23 26	k k v v v k v v	2 2 1 2 2 3 1 1	a e m a e f a o	Dátum	h m		Hold	Jelenség
12	22 23	v	2	m	2	23 40	k	1	m
18	1 44 3 39 3 43 3 54 23 00 23 01	k k k k k k	1 2 2 1 1 1	f a e m a e	3	2 10 20 56 21 18 23 05 23 28	v k k v v	1 1 1 1 1	f e a e a
19	1 10 1 11 22 22 22 25	v v v k	1 1 1 2	e a f m	4	21 18 22 04 23 32	k k v	2 2 2	e a e
20	0 45	v	2	f	5	0 22	v	2	a
					8	21 58	v	3	f
					10	1 24 22 41 23 13	k k k	1 1 1	m e a
					11	0 50 1 23 22 33 23 32	v v v k	1 1 1 2	e a f e
					12	0 38 1 48	k v	2 2	a e

III/b. A Jupiter-holdak jelenségei

Hó- nap	Június				Hó- nap	Július			
Dá- túm	h m		Hold	Jelenség	Dá- túm	h m		Hold	Jelenség
13	21 54	v	2	f	22	21 52	v	2	m
15	23 15	v	3	m		21 56	k	2	f
	23 40	k	3	f	26	22 28	k	1	e
18	0 27	k	1	e		23 40	k	1	a
	1 08	k	1	a	28	20 18	v	1	a
19	0 27	v	1	f		20 55	v	3	m
	21 46	v	1	a	29	22 03	k	2	m
21	0 31	v	2	f	31	21 02	v	2	a
23	0 34	k	3	m	Augustus				
25	23 22	k	1	m	Hó- nap				
26	21 31	k	1	a	Dá- túm	h m		Hold	Jelenség
	22 50	v	1	e					
	23 41	v	1	a	3	21 27	k	1	m
27	23 03	k	2	m	4	20 04	k	1	a
29	21 23	v	2	a		20 58	v	1	e
						22 13	v	1	a
Hó- nap	Július					22 24	k	3	m
Dá- túm	h m		Hold	Jelenség	7	21 06	v	2	e
						21 19	k	2	a
3	21 46	k	3	a	11	20 43	k	1	e
	22 29	k	1	e	12	21 17	v	1	f
	23 26	k	1	a	14	21 21	k	1	e
4	0 03	v	3	a	19	19 44	k	1	m
	22 45	v	1	f	20	19 16	v	1	e
6	21 39	k	2	a		20 32	v	1	a
	21 57	v	2	e	22	20 29	k	3	e
	23 58	v	2	a	27	20 18	k	1	a
10	21 30	k	3	e	28	19 36	v	1	f
	23 43	v	3	e					
11	21 26	k	1	m					
12	21 59	v	1	a					
13	22 05	k	2	e					
15	21 40	v	2	f					
18	23 16	k	1	m					
19	21 45	k	1	a					
	22 45	v	1	e					
20	21 03	v	1	f					
21	21 54	v	3	f					

IV. A Sarkcsillag zenittávolsága és azimutja Budapesten

Helyi csillagidő	z	A	
h	° ' "	° ' "	A táblázat zenittávolság (z) és azimut (A) adatai 47,5 földrajzi szélességen az évi átlagértékeket adják meg. (Az év folyamán mintegy +1' eltérések fordulhatnak elő.) A Poláris nyugatra akkor van, ha azimutja negatív.
0	41 42	+0 41	
1	36	+0 21	
2	35	—0 1	
3	37	0 23	
4	42	0 43	
5	51	1 00	
6	42 3	1 12	
7	17	1 20	
8	31	1 22	
9	46	1 19	
10	59	1 10	
11	43 10	0 57	
12	19	0 40	
13	24	—0 20	
14	26	+0 1	
15	24	0 22	
16	18	0 41	
17	9	0 58	
18	42 58	1 11	
19	44	1 19	
20	30	1 22	
21	15	1 20	
22	2	1 11	
23	41 51	+0 58	

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és -40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok. Csillagképek szerint rendezve.)

Csillag	RA	D	m	Sp	RS	p	t	M
Andromeda								
	h m	° '				"		
α	0 5,8	+28 49	2,15	Ao	-13	0,028	120	-0,6
β	1 6,9	+35 21	2,37	Mo	0	43	75	+0,6
γ	2 0,8	+42 5	2,13	Ko+ Ao	-13	8	400	-3,3
δ	0 36,6	+30 35	3,49	K2	- 8	26	130	+0,6
μ	0 54,0	+38 14	3,94	A2	+ 8	37	90	+1,7
σ	22 59,6	+42 3	3,63	B5+	-14	10	330	-1,4
Aquarius								
α	22 3,2	- 0 34	3,19	Go	+ 7	0,007	460	-2,6
β	21 28,9	- 5 48	3,07	Go	+ 6	6	550	-3,0
γ	22 19,1	- 1 38	3,97	Ao	-13	38	85	+1,9
δ	22 52,9	-16 5	3,51	A2	+18	42	80	+1,6
ϵ	20 45,0	- 9 41	3,83	Ao	-17	19	170	+0,2
ζ	22 26,2	- 0 17	3,75	F2	+27	23	140	+0,6
λ	22 50,0	- 7 51	3,84	M2	- 9	14	230	-0,5
σ	23 6,8	-21 27	3,80	Ko	+21	14	230	-0,5
Aquila								
α	19 48,3	+ 8 44	0,80	A5	-27	0,208	16	+2,4
β	19 52,9	+ 6 17	3,90	Ko	-40	77	42	+3,3
γ	19 43,9	+10 29	2,80	K2	- 2	18	180	-0,9
δ	19 23,0	+ 3 1	3,44	Fo	-32	59	56	+2,3
ζ	19 3,1	+13 47	3,02	Ao	-25	38	85	+0,9
ϑ	20 8,7	- 0 58	3,37	Ao	-29	13	250	-1,0
λ	19 3,6	- 4 58	3,55	B9	-14	26	130	+0,7
Aries								
α	2 4,3	+23 14	2,00	K2	-14	0,044	75	+0,2
β	1 51,9	+20 34	2,72	A5	- 3	64	50	+1,7
λ 1c	2 47,0	+27 3	3,69	B8	+ 4	22	150	+0,4

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és -40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok. Csillagképek szerint rendezve.)

Csillag	RA	D	m	Sp	RS	p	t	M
Auriga								
	h m	° '	m		km/sec	"		
α	5 13,0	+45 57	0,09	Go	+30	0,071	46	-0,7
β	5 55,9	+44 57	1,90	Aop	-18	39	85	-0,1
δ	5 55,4	+54 17	3,88	Ko	+9	22	150	+0,6
ε	4 58,4	+43 45	3,08	F5p	-3	7	460	-2,7
ζ	4 59,0	+41 0	3,94	Ko+B1	+11	8	400	-1,6
η	5 3,0	+41 10	3,28	B3	+8	13	250	-1,1
ϑ	5 56,3	+37 13	2,71	Aop	+29	25	130	-0,3
ϵ	4 53,7	+33 5	2,90	K2	+17	20	160	-0,6
Bootes								
α	14 13,4	+19 27	0,06	Ko	-4	0,087	38	-0,4
β	15 0,1	+40 35	3,63	G5	-20	24	140	+0,5
γ	14 30,1	+38 32	3,00	Fo	-36	20	160	-0,5
δ	15 13,5	+33 30	3,54	Ko	-12	28	120	+0,7
ε	14 42,8	+27 17	2,59	Ko+Ao	-16	15	220	-1,5
ζ	14 38,8	+13 56	3,86	A2	-5	14	230	-0,4
η	13 52,3	+18 39	2,80	Go	-0	101	32	+2,8
ϱ	14 29,7	+30 35	3,78	Ko	-14	23	140	+0,6
Cancer								
β	8 13,8	+9 20	3,76	K2	+22	0,015	220	-0,3
Canes Venatici								
α	12 53,7	+38 35	2,90	Aop	-3	0,024	140	-0,3
Canis Major								
α	6 42,9	-16 39	-1,43	Ao	-8	0,373	87	+1,4
β	6 20,5	-17 56	1,97	B1	+33	11	300	-2,8
δ	7 6,4	-26 19	1,84	F8p	+34	5	650	-4,7
ε	6 56,7	-28 54	1,78	B1	+27	10	330	-3,2
ζ	6 18,4	-30 2	3,10	B3	+33	13	250	-1,3
η	7 22,1	-29 12	2,43	B5p	+40	12	270	-2,2
κ	6 48,0	-32 27	3,78	B2p	+14	6	550	-2,3
σ^2	7 0,9	-23 46	3,12	B5p	+49	7	460	-2,7
σ	6 59,7	-27 52	3,68	K5	+22	11	300	-1,1
ω	7 12,8	-26 41	3,83	B3p	+26	8	400	-1,7
Canis Minor								
α	7 38,7	+5 21	0,37	F5	-3	0,291	11	+2,7
β	7 24,4	+8 23	3,09	B8	+23	24	140	0,0

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai
(A 4,00 fényrendnél fényesebb és -40° deklinációnál
északabbra fekvő csillagok. Csillagképek szerint rendezve.)

Csillag	RA	D	m	Sp	RS	p	t	M
Capricornus								
α^2	h m 20 15,3	° ' -12 42	3,77	G5	0	" 0,028	120	+1,0
β	20 18,2	-14 56	3,25	Go+Ao	-19	13	250	-1,0
γ	21 37,3	-16 53	3,80	Fop	-31	30	110	+1,2
δ	21 44,3	-16 21	2,98	A5	-5	63	52	+2,0
ζ	21 23,8	-22 38	3,86	G5p	+3	6	550	-2,2
Cassiopeia								
α	0 37,7	+56 16	2,1—2,6	Ko	-4	0,014	230	-1,8
β	0 6,5	+58 52	2,42	F5	+12	73	44	+1,7
γ	0 53,7	+60 27	1,6—3,0	Bop	—	16	200	-1,8
δ	1 22,5	+59 59	2,80	A3	+7	32	100	+0,3
ε	1 50,8	+63 25	3,44	B3	-8	7	460	-2,8
ζ	0 34,2	+53 37	3,72	B3	+2	5	650	-2,8
η	0 46,0	+57 33	3,64	F8	+9	182	18	+4,9
Centaurus								
δ	14 3,7	-36 7	2,26	Ko	+1	0,058	56	+1,1
ι	13 17,8	-36 27	2,91	A2	0	49	65	+1,4
d	13 28,1	-39 9	3,96	Ko	-3	6	550	-2,1
Cepheus								
α	21 17,4	+62 22	2,60	A5	-12	0,077	42	+2,0
β	21 28,0	+70 20	3,32	B1	-18	6	550	-2,8
γ	23 37,3	+77 21	3,42	Ko	-42	65	50	+2,5
ζ	22 9,1	+57 57	3,62	Ko	18	-15	220	-0,5
η	20 44,3	+61 39	3,59	Ko	-87	70	46	+2,8
ι	22 47,9	+65 56	3,68	Ko	-12	35	95	+1,4
Cetus								
α	2 59,7	+3 54	2,82	M2	-25	0,013	250	-1,4
β	0 41,1	-18 16	2,24	Ko	+13	57	58	+1,0
γ	2 40,7	+3 2	3,58	A2	-11	40	80	+1,6
ζ	1 49,0	-10 35	3,92	Ko	+9	22	150	+0,6
η	1 6,1	-10 27	3,60	Ko	+12	30	110	+1,0
δ	1 21,5	-8 26	3,83	Ko	+17	29	110	+1,1
ι	0 16,9	-9 6	3,75	Ko	+19	14	230	-0,5
τ	1 41,7	-16 12	3,65	Ko	-16	301	11	+6,0

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai
(A 4,00 fényrendnél fényesebb és —40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok. Csillagképek szerint rendezve.)

Csillag	RA	D	m	Sp	RS	p	t	M
Columba								
	h m	° '				"		
α	5 37,8	—34 6	2,75	B5p	+35	0,022	150	—0,6
β	5 49,2	—35 47	3,22	Ko	+89	27	120	+0,4
δ	6 20,3	—33 24	3,98	G5	—3	18	180	+0,2
ε	5 29,4	—35 30	3,92	Ko	—5	13	250	—0,5
Corona Borealis								
α	15 32,6	+26 53	2,31	Ao	+3	0,049	65	+0,8
β	15 25,8	+29 17	3,72	Fop	—21	32	100	+1,2
γ	15 40,6	+26 27	3,93	Ao	—10	23	140	+0,7
Corvus								
β	12 31,8	—23 7	2,84	G5	—8	0,027	120	0,0
γ	12 13,2	—17 16	2,78	B8	—4	24	140	—0,3
δ	12 27,3	—16 14	3,11	Ao	+8	24	140	0,0
ε	12 7,5	—22 21	3,21	Ko	+5	29	110	+0,5
Crater								
δ	11 16,8	—14 30	3,82	Ko	—5	0,025	130	+0,8
Cygnus								
α	20 39,7	+45 6	1,26	A2p	var.	0,005	650	—5,2
β	19 28,7	+27 51	3,10	Ko + Ao	—24	8	400	—2,3
γ	20 20,4	+40 6	2,32	F8p	—8	7	460	—3,5
δ	19 43,4	+45 0	2,97	Ao	—19	22	150	—0,3
ε	20 44,2	+33 47	2,64	Ko	—10	39	85	+0,6
ζ	21 10,8	+30 1	3,40	Ko	+17	17	190	—0,4
ι	19 28,4	+51 37	3,94	A2	—18	16	200	—0,1
κ	19 15,9	+53 17	3,98	Ko	—29	22	150	+0,7
ξ	21 3,1	+43 44	3,92	K5	—20	6	550	—2,2
σ^1	20 12,1	+46 35	3,95	Ko	—3	5	650	—2,6
τ	21 12,8	+37 49	3,82	Fo	—22	48	70	+2,2
Delphinus								
α	20 37,3	+15 44	3,86	B8	—7	0,012	270	—0,7
β	20 35,2	+14 25	3,72	F5	—23	34	95	+1,4
ε	20 30,8	+11 8	3,98	B5	—18	12	270	—0,6

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és -40° deklinációnál északabbra.
fekvő csillagok. Csillagképek szerint rendezve.)

Csillag	RA	D	m	Sp	RS	p	t	M
Draco								
α	h m	° '				"		
α	14 3,0	+64 37	3,64	Aop	-16	0,015	220	-0,5
β	17 29,3	+52 20	2,99	Go	-20	9	360	-2,2
γ	17 55,4	+51 30	2,42	K5	-27	22	150	-0,9
δ	19 12,5	+67 34	3,24	Ko	-25	27	120	+0,4
ϵ	19 48,4	+70 8	3,99	Ko	+3	13	250	-0,4
ζ	17 8,6	+65 47	3,22	B5	-14	22	150	-0,1
η	16 23,3	+61 38	2,89	G5	-14	33	100	+0,5
ι	15 23,8	+59 8	3,47	Ko	-10	32	100	+1,0
κ	12 31,4	+70 4	3,88	B5p	-11	11	300	-0,9
ξ	17 52,5	+56 53	3,90	Ko	-26	31	110	+1,4
χ	18 22,0	+72 43	3,69	F8	+33	119	27	+4,1
Eridanus								
β	5 5,4	-5 9	2,92	A3	-9	0,039	85	-0,9
γ	3 55,7	-13 39	3,19	K5	+62	14	230	-1,1
δ	3 40,9	-9 56	3,72	Ko	-7	112	29	+4,0
ϵ	3 30,6	-9 38	3,81	Ko	+15	305	11	+6,2
τ^4	3 17,3	-21 56	3,95	M3	+42	9	360	-1,2
ν^2	4 33,6	-30 40	3,88	Ko	-4	11	300	-0,9
41	4 16,0	-33 55	3,59	B9	+18	18	180	-0,1
53	4 35,9	-14 24	3,98	Ko	+42	32	100	+1,5
Fornax								
α	3 9,9	-29 11	3,95	F8	-21	0,072	46	+3,2
Gemini								
α	7 31,4	+32 0	1,59	Ao	+3	0,070	46	+0,8
β	7 42,3	+28 9	1,16	Ko	+4	100	33	+1,2
γ	6 34,8	+16 27	1,93	Ao	var.	42	80	0,0
δ	7 17,1	+22 5	3,51	Fo	+2	56	58	+2,2
ϵ	6 40,9	+25 11	3,18	G5	+10	9	360	-2,0
η	6 11,9	+22 32	3,1-3,9	M3	+21	13	250	-0,9
ϑ	6 49,5	+34 1	3,04	A2	+21	24	140	+0,5
ι	7 22,6	+27 54	3,89	Ko	+9	26	130	+1,0
κ	7 41,4	+24 31	3,68	G5	+20	23	140	+0,5
λ	7 15,2	+16 38	3,65	A2	-12	43	75	+1,8
μ	6 16,9	+22 32	3,19	M3	+55	16	200	-0,8
ξ	6 42,5	+12 57	3,40	F5	+26	49	65	+1,9
Grus								
γ	21 50,9	-37 36	3,16	B8	-2	0,020	160	-0,3

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és -40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok. Csillagképek szerint rendezve.)

Csillag	RA	D	m	Sp	RS	p	i	M
Hercules								
α	h m 17 12,4	+14 27	3,1—3,9	M5+G	—33	0,006	550	—2,8
β	16 28,1	+21 36	2,81	Ko	—26	18	108	—0,9
γ	16 19,7	+19 16	3,79	Fo	var.	23	140	+0,6
δ	17 13,0	+24 54	3,16	A2	—39	31	110	+0,7
ϵ	16 58,4	+31 0	3,92	Ao	—25	23	140	+0,7
ζ	16 39,3	+31 41	3,00	Go	—71	110	30	+3,2
η	16 41,2	+39 1	3,61	Ko	+ 8	48	70	+2,0
ϑ	17 54,5	+37 11	3,99	Ko	—28	8	400	—1,5
ι	17 38,1	+46 2	3,79	B3	—22	5	650	—2,7
μ	17 44,5	+27 45	3,48	G5	—16	109	30	+3,7
ξ	17 55,8	+29 15	3,82	Ko	— 2	20	160	+0,3
\omicron	18 5,6	+28 45	3,83	Ao	—29	13	250	—0,6
π	17 13,3	+36 52	3,36	K5	—26	19	170	—0,2
τ	16 18,2	+46 26	3,91	B5	—14	12	270	—0,7
109	18 21,6	+21 45	3,92	Ko	—57	22	150	+0,6
Hydra								
α	9 25,1	— 8 26	1,98	K2	— 4	0,016	200	—2,0
γ	13 16,2	—22 54	3,33	G5	— 5	25	130	+0,3
ϵ	8 44,1	+ 6 37	3,48	F8	+35	24	140	+0,4
ζ	8 52,8	+ 6 8	3,30	Ko	+23	26	130	+0,4
ϑ	9 11,8	+ 2 32	3,84	Ao	var.	22	150	+0,5
λ	10 8,1	—12 6	3,83	Ko	+19	16	200	—0,2
ν	10 47,2	—15 56	3,32	Ko	— 1	26	130	+0,4
ξ	11 30,5	—31 35	3,72	G5	— 5	20	160	+0,2
ρ	14 3,5	—26 27	3,48	Ko	+27	37	90	+1,3
σ	8 23,2	— 3 45	3,95	Ao	+11	21	160	+0,6
Lacerta								
α	22 29,2	+50 1	3,85	Ao	— 7	0,036	90	+1,6
Leo								
α	10 5,7	+12 13	1,36	B8	+ 2	0,042	80	—0,5
β	11 46,5	+14 51	2,23	A2	— 1	77	42	+1,6
γ	10 17,2	+20 6	2,06	Ko	—36	20	160	—1,2
δ	11 11,5	+20 48	2,58	A3	—22	51	65	+1,1
ϵ	9 43,0	+24 0	3,12	Gop	+ 5	10	330	—1,9
ζ	10 13,9	+23 40	3,65	Fo	—19	18	180	0,0
η	10 4,6	+17 0	3,58	Aop	+ 2	4	800	—3,4
ϑ	11 11,6	+15 42	3,41	Ao	+ 8	23	140	+0,2
\omicron	9 38,5	+10 7	3,76	A3+F5	+27	19	170	+0,2
ρ	10 30,2	+ 9 34	3,85	Bop	+42	4	800	—3,2

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és -40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok. Csillagképek szerint rendezve.)

Csillag	RA	D	m	Sp	RS	p	t	M
Leo Minor								
46	^h 10 ^m 50,5	[°] +34 29	3,92	Ko	+16	0,032	100	+1,4
Lepus								
α	5 30,5	-17 51	2,69	Fo	+24	0,011	300	-2,1
β	5 26,1	-20 48	2,96	Go	-14	16	200	-1,0
γ	5 42,4	-22 28	3,80	F8	-10	122	27	+4,2
δ	5 49,2	-20 53	3,90	Ko	+100	27	120	+1,1
ϵ	5 3,3	-22 26	3,29	K5	+1	15	220	-0,8
ζ	5 44,7	-14 50	3,67	A2	+20	38	85	+1,7
η	5 54,1	-14 11	3,77	Fo	-2	63	52	+2,8
μ	5 10,7	-16 16	3,30	Aop	+28	21	160	-0,1
Libra								
α	14 48,1	-15 50	2,90	A3	-10	0,053	60	+1,5
β	15 14,3	-9 12	2,74	B8	-37	20	160	-0,8
σ	15 1,1	-25 5	3,41	M2	-4	24	140	+1,2
τ	15 35,0	-29 37	3,80	B3	0	17	100	0,0
ν	15 34,0	-27 58	3,78	K2	-25	24	140	+0,7
Lupus								
η	15 56,8	-38 15	3,61	B3	+7	0,009	360	-1,6
η^1	15 18,6	-36 5	3,59	K5	-29	12	270	-1,0
Lynx								
38	9 15,8	+37 2	3,82	A2	+2	0,030	110	+1,2
40	9 18,0	+34 36	3,30	K5	+38	19	170	-0,3
Lyra								
α	18 35,2	+38 44	0,04	Ao	-14	0,121	27	+0,4
γ	18 57,1	+32 37	3,30	Aop	-22	15	220	-0,8
ϵ^1	18 42,7	+39 37	3,84	A3	-33	16	200	+1,4
ϵ^2	18 42,7	+39 34		A5				+1,2
Monoceros								
β	6 26,4	-7 0	3,94	B2	+22	7	460	-1,9

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és -40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok. Csillagképek szerint rendezve.)

Csillag	RA	D	m	Sp	RS	p	i	M
Ophiuchus								
	h m	° ' "						
α	17 32,6	+12 36	2,14	A5	+15	0,049	65	+0,6
β	17 41,0	+4 35	2,94	Ko	-12	28	120	+0,1
γ	17 45,4	+2 43	3,74	Ao	5	32	100	+1,2
δ	16 11,7	-3 34	3,03	Mo	-20	31	110	+0,5
ϵ	16 15,7	-4 34	3,34	Ko	-10	33	100	+0,9
ζ	16 34,4	-10 28	2,70	Bo	-19	6	550	-3,4
η	17 7,5	-15 40	2,63	A2	-1	42	80	+0,7
ϑ	17 18,9	-24 57	3,37	B3	var.	8	400	-2,1
κ	16 55,3	+9 27	3,42	Ko	-56	24	140	+0,3
λ	16 28,3	+2 5	3,85	Ao	-16	17	190	0,0
ν	17 56,3	-9 46	3,50	Ko	+12	17	190	-0,3
67	17 58,1	+2 56	3,92	B5p	-4	4	800	-3,1
72	18 5,0	+9 33	3,73	A3	-24	40	80	+1,7
Orion								
α	5 52,5	+7 24	0,1--1,2	M2	+21	0,011	300	-3,9
β	5 12,1	-8 15	0,15	B3p	+24	6	550	-6,0
γ	5 22,4	+6 18	1,64	B2	+18	14	230	-2,6
δ	5 29,5	-0 20	2,46	Bo	+20	5	650	-4,0
ϵ	5 33,7	-1 14	1,70	Bo	+26	7	460	-4,1
ζ	5 38,1	-1 58	1,78	Bo	+16	8	400	-3,7
η	5 21,8	-2 26	3,44	B1	+20	6	550	-2,7
ι	5 33,0	-5 56	2,87	Oe5	+22	21	160	-0,5
κ	5 45,4	-9 41	2,20	Bo	+20	6	550	-3,9
λ	5 32,4	+9 54	3,49	Oe5	+33	4	800	-3,5
π^3	4 47,1	+6 53	3,31	F8	+24	128	25	+3,8
π^4	4 48,5	+5 31	3,78	B3	+23	5	650	-2,7
π^5	4 51,6	+2 22	3,87	B3	+23	5	650	-2,6
σ	5 36,1	-2 38	3,78	Bo	+28	4	800	-3,2
τ	5 15,2	-6 54	3,68	B5	+20	8	400	-1,8
Pegasus								
α	23 2,3	+14 56	2,57	Ao	-4	0,033	100	+0,2
β	23 1,3	+27 49	2,61	M2	+10	18	180	-1,1
γ	0 10,7	+14 54	2,87	B2	+5	7	460	-2,9
ϵ	21 41,7	+9 39	2,54	Ko	+5	13	250	-1,9
ζ	22 39,0	+10 34	3,61	B8	+7	18	180	-0,1
η	22 40,7	+29 58	3,10	Go	+4	14	230	-1,2
ϑ	22 7,7	+5 57	3,70	A2	-6	40	80	+1,7
ι	22 4,7	+25 6	3,96	F5	-4	77	42	+3,4
μ	22 47,6	+24 20	3,67	Ko	+14	31	110	+1,2

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és -40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok. Csillagképek szerint rendezve.)

Csillag	RA	D	m	Sp	RS	p	t	m
Perseus								
	h m	° '				"		
α	3 20,7	+49 41	1,80	F5	- 2	0,012	270	-2,8
β	3 4,9	+40 46	2,2-3,5	B8	+ 6	31	110	-0,3
γ	3 1,2	+53 19	3,08	F5+A3	+ 1	16	200	-0,9
δ	3 39,4	+47 38	3,10	B5	-10	12	270	-1,5
ε	3 54,5	+39 52	2,96	B1	- 6	5	650	-3,5
ζ	3 51,0	+31 44	2,91	B1	+21	8	400	-2,6
η	2 47,0	+55 41	3,93	Ko	- 1	6	550	-2,2
ν	3 41,8	+42 25	3,93	F5	-12	15	220	-0,2
\omicron	3 41,2	+32 8	3,94	B1	+18	8	400	-1,6
υ	1 49,9	+48 23	3,77	Ko	+16	19	170	+0,2
Pisces								
α	1 59,4	+ 2 31	3,94	A2p	+ 7	0,025	130	+0,9
γ	23 14,6	+ 3 1	3,85	Ko	-14	26	130	+1,0
η	1 28,8	+15 5	3,72	G5	+15	15	220	-0,4
Piscis Austrinus								
α	22 54,9	-29 53	1,16	A3	+ 6	0,135	24	+1,8
Puppis								
ζ	8 1,8	-39 52	2,27	08	-24	0,004	800	-4,7
ξ	7 47,2	-24 44	3,47	Gop	+ 4	5	650	-3,0
π	7 15,4	-37 0	2,74	K5	+16	14	230	-1,6
ϱ	8 5,4	-24 10	2,88	F5	+47	23	140	-0,4
ϵ	7 43,5	-37 51	3,72	K5	+17	1	3000	-6,3
k	7 36,7	-26 41	3,81	B3+B8	+28	9	360	-2,1
Pyxis								
α	8 41,6	-33 0	3,70	B2	+16	0,007	460	-2,1
Sagitta								
γ	19 56,5	+19 21	3,71	K5	-33	0,017	190	-0,1
δ	19 45,2	+18 25	3,78	Ma+Ao	+ 3	8	400	-1,7

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai
(A 4,00 fényrendnél fényesebb és -40° deklinációnál
északabbra fekvő csillagok. Csillagképek szerint rendezve.)

Csillag	RA	D	m	Sp	RS	p	t	M
Sagittarius								
	h m	° ' "				"		
γ	18 2,6	-30 36	3,07	Ko	+22	0,029	110	+0,4
δ	18 17,8	-29 51	2,84	Ko	-20	32	100	+0,3
ϵ	18 20,9	-34 25	1,82	Ao	-11	20	160	-1,7
ζ	18 59,4	-29 57	2,71	A2	+22	32	100	+0,2
η	18 14,2	-36 47	3,16	M4	0	24	140	+0,1
λ	18 24,9	-25 27	2,94	Ko	-43	36	90	+0,7
ξ^1	18 54,7	-21 10	3,61	Ko	-20	14	230	-0,7
σ	19 1,7	-21 49	3,90	Ko	+25	30	110	+1,3
π	19 6,8	-21 6	3,02	F2	-10	19	170	-0,6
ρ^1	19 18,8	-17 57	3,95	A5	+1	40	80	+2,0
σ	18 52,2	-26 22	2,14	B3	-11	21	160	-1,3
τ	19 3,8	-27 45	3,42	Ko	+45	37	90	+1,2
φ	18 42,5	-27 3	3,30	B8	+22	15	220	-0,8
Scorpius								
α	16 26,3	-26 19	0,98	Ma+A3	-3	0,014	230	-3,3
β	16 2,5	-19 40	2,76	B1	-6	8	400	-2,7
δ	15 57,4	-22 29	2,54	Bo	-16	11	300	-2,3
ϵ	16 46,9	-34 12	2,36	Ko	-2	47	70	+0,8
κ	17 39,0	-39 0	2,51	B2	-10	9	360	-2,7
λ	17 30,2	-37 4	1,62	B2	var.	16	200	-2,4
μ^1	16 48,5	-37 58	3,1—3,4	B3p	var.	11	300	-1,7
μ^2	16 48,9	-37 56	3,64	B2	+2	7	460	-2,2
π	15 55,8	-25 58	3,00	B2	-3	12	270	-1,6
σ	16 18,1	-25 28	3,08	B1	var.	9	360	-2,1
τ	16 32,8	-28 7	2,91	Bo	+1	9	360	-2,3
ν	17 27,4	-37 15	2,80	B3	+18	10	330	-2,2
ζ	17 46,5	-37 2	3,25	K2	+25	27	120	+0,4
Serpens								
α	15 41,8	+6 35	2,75	Ko	+3	0,044	75	+1,0
β	15 43,9	+15 35	3,74	A2	-2	27	120	+0,9
γ	15 54,1	+15 49	3,86	F5	+7	79	42	+3,4
δ	15 32,4	+10 42	3,85	Fo	-40	19	170	+0,2
ϵ	15 48,3	+4 38	3,75	A2	-9	38	85	+0,6
η	18 18,7	-2 55	3,42	Ko	+9	48	70	+1,8
μ	15 47,0	-3 17	3,63	Ao	-10	17	190	-0,2
ξ	17 34,7	-15 22	3,64	A5	-43	31	110	+1,1

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és -40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok. Csillagképek szerint rendezve.)

Csillag	RA	D	m	Sp	RS	p	t	m
Taurus								
	h m	° '				"		
α	4 33,0	+16 25	0,85	K5	+54	0,051	65	-0,6
β	5 23,1	+28 34	1,65	B8	+8	25	130	-1,4
γ	4 16,9	+15 31	3,86	Ko	+38	23	140	+0,7
δ	4 20,0	+17 26	3,93	Ko	+38	19	170	+0,3
ε	4 25,7	+19 4	3,83	Ko	+39	25	130	+0,6
ζ	5 34,7	+21 7	3,00	B3p	var.	9	360	-2,2
η	3 44,5	+23 57	2,96	B5p	+10	17	190	-0,8
ϑ^2	4 25,8	+15 46	3,62	Fo	+43	26	125	+0,7
ν	4 0,5	+5 51	3,94	Ao	-5	26	130	+1,0
ξ	3 24,5	+9 34	3,75	B8	var.	17	190	0,0
σ	3 22,1	+8 51	3,80	G5	-21	14	230	-0,5
17	3 41,9	+23 57	3,81	B5p	+12	16	200	-0,2
27	3 46,2	+23 54	3,80	B8	+9	11	300	-1,0
Triangulum								
α	1 50,2	+29 20	3,58	F5	-13	0,051	65	+2,1
β	2 6,6	+34 45	3,08	A5	+10	18	180	-0,6
Ursa Major								
α	11 0,7	+62 1	1,80	Ko	-9	0,031	110	-0,7
β	10 58,8	+56 39	2,44	Ao	-12	43	75	+0,6
γ	11 51,2	+53 58	2,54	Ao	-11	37	90	+0,3
δ	12 13,0	+57 19	3,44	A2	-13	43	75	+1,6
ε	12 51,8	+56 14	1,78	Aop	-12	67	48	+0,9
ξ	13 21,9	+55 11	2,17	A2	-10	42	80	+0,3
η	13 45,6	+49 34	1,87	B3	-11	17	190	-2,0
ϑ	9 29,5	+51 54	3,26	F8	+15	58	56	+2,1
ι	8 55,8	+48 14	3,12	A5	+13	66	50	+2,2
κ	9 0,2	+47 21	3,68	Ao	+4	14	230	-0,6
λ	10 14,1	+43 10	3,52	A2	+19	31	110	+1,0
μ	10 19,4	+41 45	3,21	K5	-18	32	100	+0,7
ν	11 15,8	+33 22	3,71	Ko	-9	12	270	-0,9
ξ	11 15,5	+31 49	3,86	Go	-16	138	24	+4,6
σ	8 26,1	+60 53	3,47	Go	+20	12	270	-1,1
ν	9 47,5	+59 17	3,89	Fo	+30	35	95	+1,6
z	11 43,4	+48 3	3,85	Ko	-9	18	180	+0,2
χ	11 6,9	+44 46	3,15	Ko	-4	35	95	-0,8
23	9 27,6	+63 17	3,75	Fo	-9	38	85	+1,6

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és -40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok. Csillagképek szerint rendezve.)

Csillag	RA	D	m	Sp	RS	p	t	M
Ursa Minor								
α	h m 1 48,8	° ' " +89 2	2,01	F8	-13	0,009	360	-3,2
β	14 50,8	+74 22	2,02	K5	+17	28	120	-0,7
γ	15 20,8	+72 1	3,14	A2	var.	18	180	-0,6
Virgo								
α	13 22,6	-10 54	1,00	B2	+ 2	0,017	190	-2,8
β	11 48,1	+ 2 3	3,80	F8	+ 5	101	32	+3,8
γ	12 39,0	- 1 11	2,90	Fo	-20	95	34	+2,8
δ	12 53,1	+ 3 40	3,66	M3	-18	18	180	0,0
ϵ	12 59,7	+11 14	2,95	Ko	-14	36	90	+0,8
ζ	13 32,1	- 0 20	3,44	A2	-14	33	100	+1,0
μ	14 40,4	- 5 27	3,95	F5	+ 5	46	70	+2,2
109	14 43,7	+ 2 6	3,76	Ao	- 6	30	110	+1,2

Jelölések: RA = rektaszczenzió, D = deklináció (a pozíciók 1950,0 epochára vonatkoznak), m = vizuális látszólagos fényesség, Sp = Harvard-spektráltípus, RS = radiális sebesség, km/sec-ben (- távolodást, + közeledést jelent), p = paralaxis, t = távolság fényévekben, M = vizuális abszolút fényesség.

VI/a. Szabad szemmel észrevehető különféle objektumok

Csillagkép	Elnevezés		Fényesség (magn.)	Átmérő (ívperc)	Távolság (fényév)	Átmérő (fényév)
Extragalaxis						
Andromeda	M 31	NGC 224	4,3	160×40	1 600 000	75 000
Gázköd						
Orion	M 42	NGC 1976	1,8	180	1 700	89
• Gömbhalmaz						
Hercules	M 13	NGC 6205	5,8	10	34 000	99
Hercules	M 92	NGC 6341	6,1	8	36 000	84
Canes Venatici	M 3	NGC 5272	6,4	10	40 000	116
Serpens	M 5	NGC 5904	6,2	13	36 000	136
Sagittarius	M 22	NGC 6656	5,7	17	22 000	109
Sagittarius	M 55	NGC 6809	6,4	10	29 000	84
Aquarius	M 2	NGC 7089	6,3	8	46 000	107
Nyílthalmaz						
Taurus	M 45	Pleiadok	1,0	100	500	15
Cancer	M 44	Praesepe	3,8	95	500	14
Perseus	h	NGC 869	4,4	36	4 400	46
Perseus	κ	NGC 884	4,7	36	4 400	46
Canis Major	M 41	NGC 2287	4,9	30	1 600	14
Argo		NGC 2422	4,6	25	2 300	17
Monoceros		NGC 2244	4,8	40	1 500	17
Kettőscsillag					Távolság (ív perc)	
Ursa Major	ζ	Mizar, Alkor	2,4 4,0		11,8	
Lyra	ε		4,5 4,7		3,5	
Taurus	δ		3,6 3,9		5,6	

VI/b. Fényesebb változócsillagok

Csillagkép	Csillag	Fényesség (magn.)	Periódus (napokban)	Fényváltozás típusa
Aquila	η	3,7—4,4	7	ξ -Ceph.
Ursa Minor	α , Poláris	2,1—2,3	4	ζ -Gem.
Cassiopeia	α	2,1—2,6	—	μ -Ceph.
Cassiopeia	γ	1,6—3,0	—	Szabálytalan
Cepheus	δ	3,7—4,4	5	δ -Ceph.
Cepheus	μ	4,0—4,8	—	ν -Ceph.
Auriga	ϵ	3,3—4,1	9883	Födés
Auriga	ζ	4,9—5,6	972	Födés
Hercules	α	3,1—3,9	—	μ -Ceph.
Lyra	β	4,0—4,5	—	μ -Ceph.
Lyra	β	3,4—4,3	13	Födés
Orion	α	0,1—1,2	2070	μ -Ceph.
Perseus	β , Algol —	2,2—3,5	3	Födés
Perseus	ϱ	3,2—4,1	910	ν -Ceph.
Cygnus	χ —	4,2—14,0	413	Mira
Taurus	λ	3,8—4,1	4	Födés
Cetus	α —	2,0—10,1	332	Mira
Hydra	β —	3,5—10,1	442	Mira
Gemini	ϵ —	3,7—4,1	10	ζ -Gem.
Gemini	η	3,2—4,2	234	

VII. A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának heliografikus koordinátái

Dátum	P	B ₀	L ₀	Dátum	P	B ₀	L ₀
	°	°	°				
Jan. 1	+ 2,35	— 3,05	19,92	Júl. 5	— 1,20	+ 3,32	98,22
6	— 0,09	3,62	314,07	10	+ 1,07	3,84	32,04
11	2,50	4,16	248,23	15	3,32	4,34	325,88
16	4,88	4,67	182,39	20	5,53	4,81	259,71
21	7,19	5,14	116,56	25	7,68	5,24	193,56
26	9,43	5,58	50,72	30	9,77	5,64	127,42
31	11,56	5,96	344,89	Aug. 4	11,77	6,00	61,29
Febr. 5	13,59	6,31	279,06	9	13,68	6,32	355,18
10	15,50	6,60	213,23	14	15,48	6,60	289,08
15	17,27	6,84	147,39	19	17,17	6,83	222,99
20	18,90	7,02	81,55	24	18,74	7,01	156,91
25	20,38	7,16	15,69	29	20,18	7,14	90,85
Márc. 2	21,72	7,23	309,83	Szept. 3	21,48	7,22	24,80
7	22,89	7,25	243,96	8	22,65	7,25	318,77
12	23,90	7,21	178,08	13	23,67	7,23	252,74
17	24,74	7,12	112,18	18	24,54	7,15	186,73
22	25,42	6,98	46,25	23	25,24	7,02	120,73
27	25,92	6,78	240,33	28	25,79	6,85	54,74
Ápr. 1	26,24	6,54	274,38	Okt. 3	26,16	6,62	348,76
6	26,38	6,24	208,40	8	26,36	6,34	282,79
11	26,34	5,90	142,42	13	26,38	6,01	216,83
16	26,12	5,52	76,40	18	26,21	5,64	150,88
21	25,72	5,10	10,37	23	25,84	5,22	84,93
26	25,13	4,64	304,32	28	25,29	4,76	18,99
Máj. 1	24,36	4,16	238,24	Nov. 2	24,54	4,27	313,06
6	23,40	3,64	172,16	7	23,59	3,74	247,13
11	22,27	3,10	106,05	12	22,45	3,18	181,21
16	20,97	2,54	39,93	17	21,11	2,60	115,30
21	19,50	1,96	333,79	22	19,59	1,99	49,39
26	17,88	1,37	267,64	27	17,89	1,37	343,49
31	16,12	0,77	201,48	Dec. 2	16,02	0,74	277,59
Jún. 5	14,23	— 0,17	135,31	7	14,01	+ 0,10	211,71
10	12,23	+ 0,43	69,13	12	11,87	— 0,54	145,82
15	10,14	1,03	2,95	17	9,62	1,18	79,95
20	7,97	1,63	296,76	22	7,29	1,80	14,08
25	5,74	2,21	230,58	27	4,89	2,42	308,22
30	— 3,48	+ 2,77	164,39	Jan. 1	+ 2,47	— 3,02	242,36

A Nap forgási tengelyének irányát megadó P szöget a napkorong észak-pontjától számítjuk; keletre pozitív, nyugatra negatív előjellel. B₀ és L₀ a napkorong középpontjának heliografikus szélességét, illetve hosszúságát jelenti. Az adatok 0 óra világidőre vonatkoznak.

VIII/a. Napfogyatkozások az 1959—1963. években

Dátum	Milyen	Centrálítási zóna
1959. április 8	gyűrűs	Indiai-óceán, Ausztrália, Csendes-óceán
1959. október 2	teljes	Atlanti-óceán (Kanári Szigetek), Afrika
1960. március 27	részleges	
1960. szeptember 20	részleges	
1961. február 15	teljes	Francia- és Olaszország, Ausztria Balkán, Ázsia
1961. augusztus 11	gyűrűs	Déli Jeges-tenger
1962. február 5	teljes	Csendes-óceán
1962. július 31	gyűrűs	Dél-Amerika, Afrika, Madagaszkár
1963. január 25	gyűrűs	Dél-Amerika, Dél-Afrika
1963. július 20	teljes	Csendes-óceán, Dél-Amerika

VIII/b. Holdfogyatkozások az 1959—1963. években

Dátum	Milyen	A fogyatkozás közepe 0 ^h világidőben	Európában látható-e
1959. március 24	részleges	20 ^h 17 ^m	részben
1960. március 13	teljes	8 30	nem
1960. szeptember 5	teljes	11 23	nem
1961. március 2	részleges	13 32	nem
1961. augusztus 26	teljes	3 8	részben
1963. július 6	részleges	22 0	igen
1963. december 30	teljes	11 7	nem

AZ 1959. ÉVI FOGYATKOZÁSOK

1. Részleges holdfogyatkozás 1959. március 24-én.

Látható a Csendes-óceán nyugati részén, Ázsiában az északkeleti részek kivételével, az Indiai-óceánon, Európában és Afrikában, valamint az Antarktiszon is. A fogyatkozás adatai:

Belépés a félárnyékba	18 ó	55,6 p
Belépés a teljes árnyékba	20 ó	16,1 p
A fogyatkozás közepe	21 ó	11,4 p
Kilépés a teljes árnyékból	22 ó	6,8 p
Kilépés a félárnyékból	23 ó	27,2 p
A belépés pozíciószöge		49°
A kilépés pozíciószöge		347°

A fogyatkozás maximális nagysága 0,269 holdátmérő.

2. Gyűrűs napfogyatkozás április 8-án.

Hazánkból nem látható. Ausztráliában, az Indiai-óceánon, Indonéziában és a Csendes-óceán nyugati részén észlelhető.

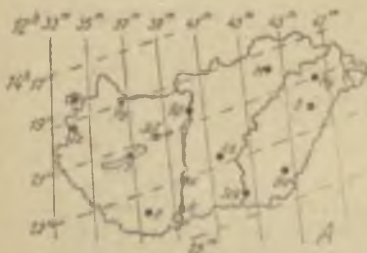
3. Teljes napfogyatkozás október 2-án.

Hazánkból mint részleges látható.

A fogyatkozás kezdete	12 ó	40,0 p
A fogyatkozás közepe	13 ó	31,0 p
A fogyatkozás vége	14 ó	20,3 p
A fogyatkozás legnagyobb fázisa		23,3% .
A belépés fázisszöge		229,07
A kilépés fázisszöge		129,07

A fenti adatok *Budapestre* vonatkoznak. Magyarország egyéb részeire a fogyatkozás kezdete, közepe, vége és legnagyobb fázisa a mellékelt térképekről olvasható le. Az 1. ábrán a kihúzott vonalak azokat a pontokat kötik össze, ahol a fogyatkozás ugyanakkor kezdődik. A szaggatott vonalak a fogyatkozás végét mutatják. A 2. ábrán a kihúzott vonal a fogyatkozás legnagyobb fázisának időpontját, a szaggatott a legnagyobb fázis mértékét mutatja.

Minden időpont közép-európai időben értendő.



1. ábra.

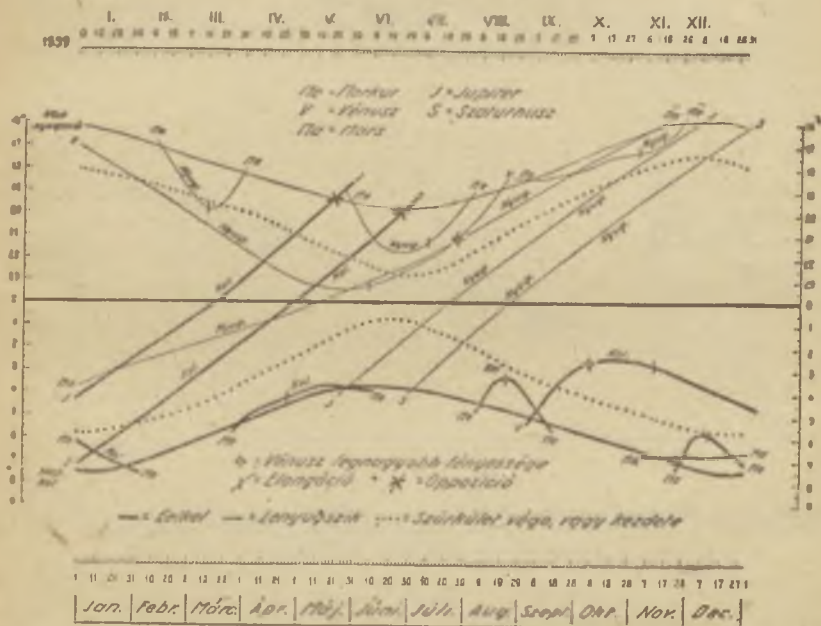


2. ábra.

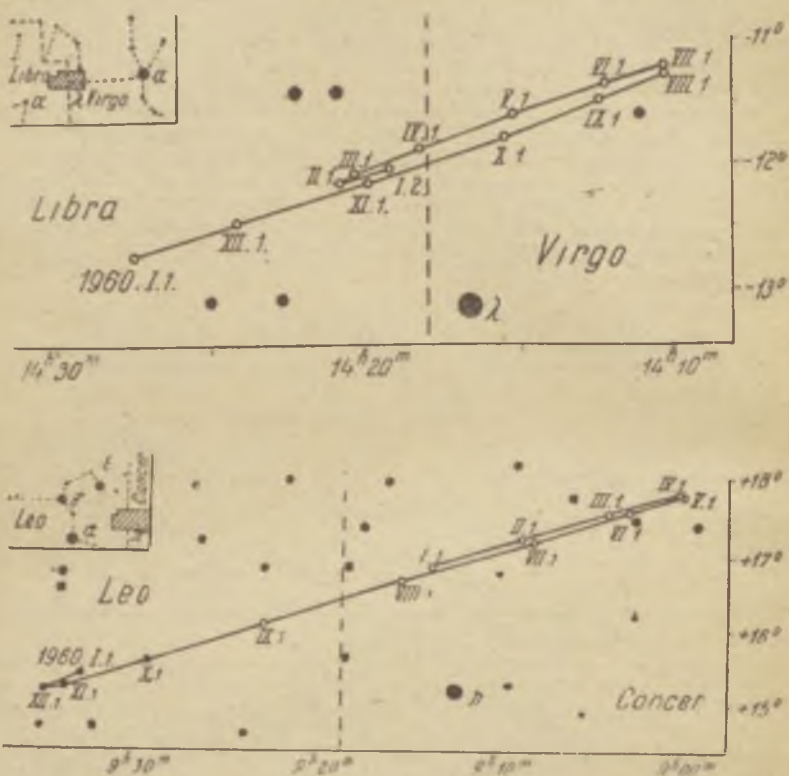
A NAGYBOLYGÓK KELTÉNEK ÉS NYUGTÁNAK IDŐPONTJAI

A mellékelt grafikon (3. ábra) a Nap, valamint az öt szabad szemmel látható nagybolygó felkelésének és lenyugvásának időpontját tünteti fel. A vízszintes tengelyen az év napjai és hónapjai (1 mm = 2 nap), a függőlegesen az órák (1 mm = 10 perc) foglalnak helyet. A grafikonról leolvasható, hogy a bolygók adott dátumnál mely időpontban kelnek, ill. nyugoznak. A leolvásás pontossága 1 nap és 5–10 perc.

A *vastagon kihúzott* vonalak a Nap és a bolygók felkelését, a *vékonyan kihúzottak* lenyugvásukat adják. A Nap kéttelével és nyugtával közel párhuzamosan futó *pontozott görbe* a csillagászati szürkület elejét és végét tünteti fel. A többi jelzés magyarázata a következő: *Me* = Merkúr, *V* = Vénusz, *Ma* = Mars, *J* = Jupiter, *S* = Saturnus. A Merkúr és Vénusz görbéit *metező vonal* a legnagyobb kitérések (elongációk) időpontját, a Jupiter és Saturnusz grafikonján levő *csillag* a legnagyobb földközeli (oppozíció) idejét jelzik.



3. ábra,



4. ábra. Az Uránusz és Neptunusz pályája 1959-ben. Az Uránusz legnagyobb fényessége $5,9^m$, a Neptunuszé $7,7^m$. A térképek bal felső sarkában a bolygó környékének áttekintő vázlata látható, melyen a vonalkódzás a részlettérkép területét jelzi.

IDŐEGYENLET

Az időegyenlet a *napórai* Nap és a *középnapi* eltérését adja meg, tehát a napóra mutatta idő és a helyi középidő különbségét. Az időegyenlet előjele *pozitív*, ha a napórai idő *késik*, *negatív*, ha *siet*. Első esetben az időegyenlet a napóra mutatta időhöz hozzáadandó, második esetben levonandó.

Az időegyenlet értékei 15 naponként vannak feltüntetve. A közbeeső napok interpolációval könnyen meghatározhatók. Az időegyenlet szélső értékei: február 13 = +14--23., május 15 = -3--47., július 16 = +6-- 21., november 5 = -16-- 22-.

Hónap	Nap	Időegyenlet	Hónap	Nap	Időegyenlet
<i>Január</i>	1	+ 3 ^m 12 ^s	<i>Július</i>	1	+ 3 ^m 25 ^s
	15	+ 9 12		15	+ 5 40
<i>Február</i>	1	+13 36	<i>Augusztus</i> ...	1	+ 6 14
	15	+14 20		15	+ 4 36
<i>Március</i>	1	+12 41	<i>Szeptember</i> ...	1	+ 0 17
	15	+ 9 21		15	- 4 24
<i>Április</i>	1	+ 4 16	<i>Október</i>	1	- 9 58
	15	+ 0 20		15	-13 55
<i>Május</i>	1	- 2 50	<i>November</i>	1	-16 19
	15	- 3 47		15	-15 30
<i>Június</i>	1	- 2 31	<i>December</i>	1	-11 17
	15	+ 0 2		15	- 5 17

T Á B L Á Z A T
a közép-időnek csillagidőre való átszámításához

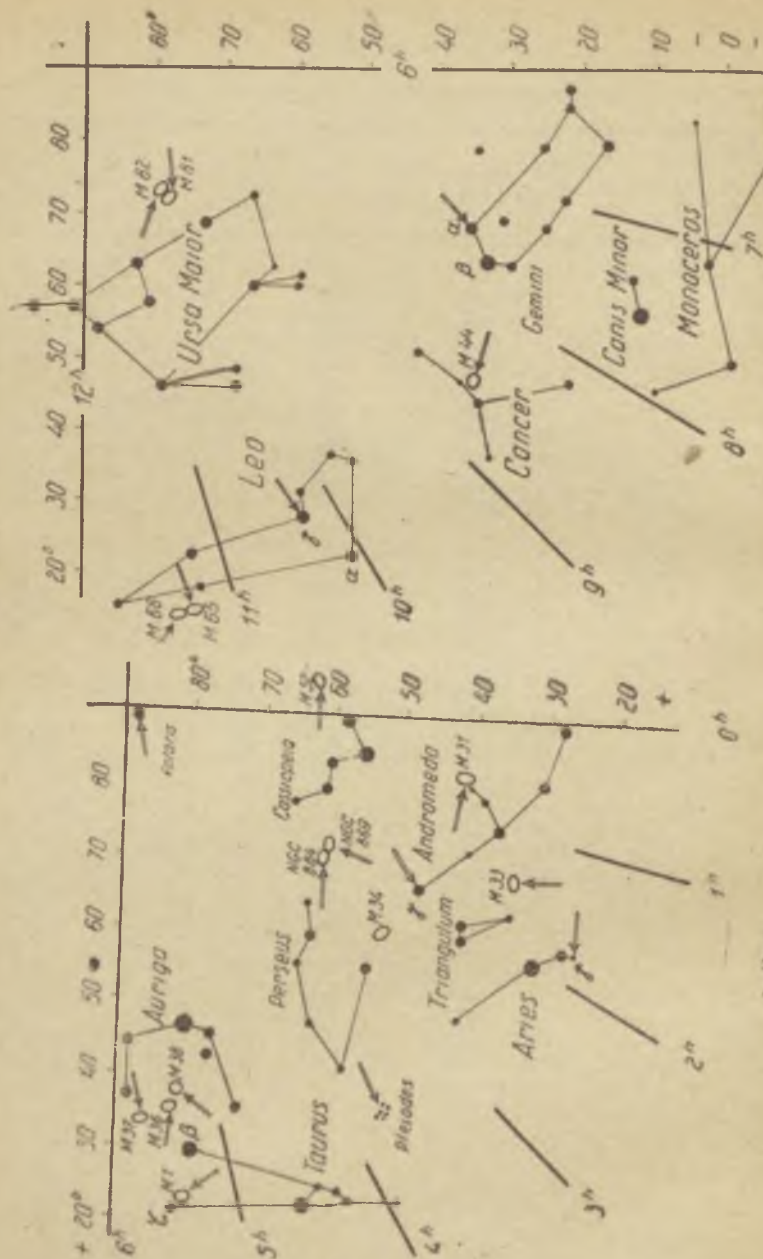
Közép- idő órák	Korrektció	Közép- idő percek	Kor- rekció	Közép- idő percek	Kor- rekció	Közép- idő másod- percek	Kor- rekció	Közép- idő másod- percek	Kor- rekció
0 ^h	0 ^m 0,00 ^s	0 ^m	0,00 ^s	30 ^m	4,93 ^s	0 ^s	0,00 ^s	30 ^s	0,08 ^s
1	9,86	1	0,16	31	5,09	1	0,00	31	0,08
2	19,71	2	0,33	32	5,26	2	0,01	32	0,09
3	29,57	3	0,49	33	5,42	3	0,01	33	0,09
4	39,43	4	0,66	34	5,59	4	0,01	34	0,09
5	49,28	5	0,82	35	5,75	5	0,01	35	0,10
6	59,14	6	0,99	36	5,91	6	0,02	36	0,10
7	1 9,00	7	1,15	37	6,08	7	0,02	37	0,10
8	18,85	8	1,31	38	6,24	8	0,02	38	0,10
9	28,71	9	1,48	39	6,41	9	0,02	39	0,11
10	38,56	10	1,64	40	6,57	10	0,03	40	0,11
11	48,42	11	1,81	41	6,74	11	0,03	41	0,11
12	58,28	12	1,97	42	6,90	12	0,03	42	0,12
13	2 8,13	13	2,14	43	7,06	13	0,04	43	0,12
14	17,99	14	2,30	44	7,23	14	0,04	44	0,12
15	27,85	15	2,46	45	7,39	15	0,04	45	0,12
16	37,70	16	2,63	46	7,56	16	0,04	46	0,13
17	47,56	17	2,79	47	7,72	17	0,05	47	0,13
18	57,42	18	2,96	48	7,89	18	0,05	48	0,13
19	3 7,27	19	3,12	49	8,05	19	0,05	49	0,13
20	17,13	20	3,29	50	8,21	20	0,05	50	0,14
21	26,99	21	3,45	51	8,38	21	0,06	51	0,14
22	36,84	22	3,61	52	8,54	22	0,06	52	0,14
23	46,70	23	3,78	53	8,71	23	0,06	53	0,15
24	56,56	24	3,94	54	8,87	24	0,07	54	0,15
—	—	25	4,11	55	9,04	25	0,07	55	0,15
—	—	26	4,27	56	9,20	26	0,07	56	0,15
—	—	27	4,44	57	9,36	27	0,07	57	0,16
—	—	28	4,60	58	9,53	28	0,08	58	0,16
—	—	29	4,76	59	9,69	29	0,08	59	0,16

T Á B L Á Z A T

a csillagidőnek középídjőre való átszámításához

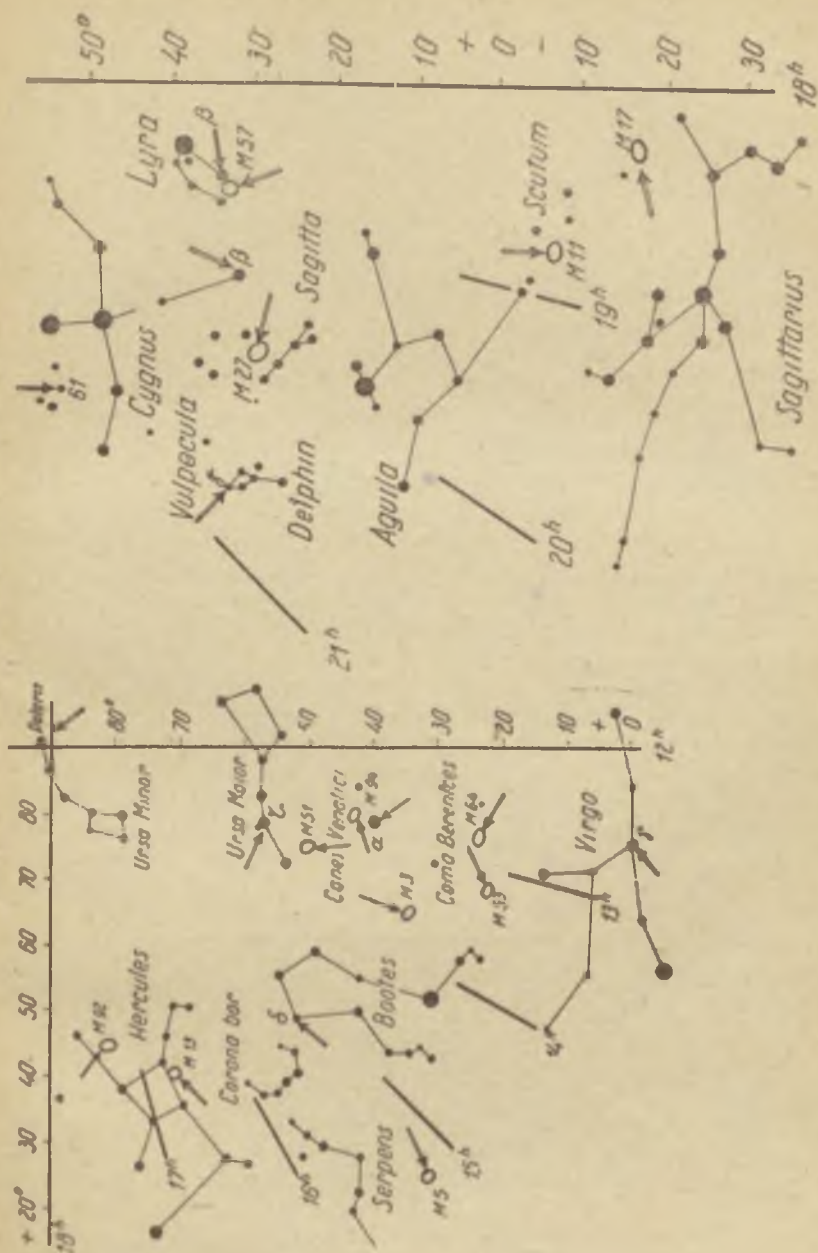
Csillag- idő órák	Korrekcíó	Csillag- idő percek	Kor- rekció	Csillag- idő percek	Kor- rekció	Csillag- idő másod- percek	Kor- rekció	Csillag- idő másod- percek	Kor- rekció
0 ^h	0 ^m 0,00 ^s	0 ^m	0,00 ^s	30 ^m	4,92 ^s	0 ^s	0,00 ^s	30 ^s	0,08 ^s
1	9,83	1	0,16	31	5,08	1	0,00	31	0,08
2	19,66	2	0,33	32	5,24	2	0,01	32	0,09
3	29,49	3	0,49	33	5,40	3	0,01	33	0,09
4	39,32	4	0,65	34	5,57	4	0,01	34	0,09
5	49,15	5	0,82	35	5,73	5	0,01	35	0,09
6	58,98	6	0,98	36	5,90	6	0,02	36	0,10
7	1° 8,81	7	1,15	37	6,06	7	0,02	37	0,10
8	18,64	8	1,31	38	6,22	8	0,02	38	0,10
9	28,47	9	1,47	39	6,39	9	0,02	39	0,11
10	38,30	10	1,64	40	6,55	10	0,03	40	0,11
11	48,13	11	1,80	41	6,72	11	0,03	41	0,11
12	57,96	12	1,97	42	6,88	12	0,03	42	0,11
13	2 7,78	13	2,13	43	7,04	13	0,03	43	0,12
14	17,61	14	2,29	44	7,21	14	0,04	44	0,12
15	27,44	15	2,45	45	7,37	15	0,04	45	0,12
16	37,27	16	2,62	46	7,53	16	0,04	46	0,13
17	47,10	17	2,78	47	7,70	17	0,04	47	0,13
18	56,93	18	2,95	48	7,86	18	0,05	48	0,13
19	3 6,76	19	3,11	49	8,03	19	0,05	49	0,13
20	16,59	20	3,28	50	8,19	20	0,06	50	0,14
21	26,42	21	3,44	51	8,35	21	0,06	51	0,14
22	36,25	22	3,60	52	8,52	22	0,06	52	0,14
23	46,08	23	3,77	53	8,68	23	0,06	53	0,14
24	55,91	24	3,93	54	8,85	24	0,07	54	0,15
—	—	25	4,10	55	9,01	25	0,07	55	0,15
—	—	26	4,26	56	9,17	26	0,07	56	0,16
—	—	27	4,42	57	9,34	27	0,07	57	0,16
—	—	28	4,59	58	9,50	28	0,08	58	0,16
—	—	29	4,75	59	9,66	29	0,08	59	0,16

A téli égbolt érdekesebb látnivalói



5. ábra.
 Extragalaktikusok: M 31, M 32, M 33, M 34, M 35, M 36, M 37, M 38, M 39, M 40, M 41, M 42, M 43, M 44, M 45, M 46, M 47, M 48, M 49, M 50, M 51, M 52, M 53, M 54, M 55, M 56, M 57, M 58, M 59, M 60, M 61, M 62, M 63, M 64, M 65, M 66, M 67, M 68, M 69, M 70, M 71, M 72, M 73, M 74, M 75, M 76, M 77, M 78, M 79, M 80, M 81, M 82, M 83, M 84, M 85, M 86, M 87, M 88, M 89, M 90, M 91, M 92, M 93, M 94, M 95, M 96, M 97, M 98, M 99, M 100, M 101, M 102, M 103, M 104, M 105, M 106, M 107, M 108, M 109, M 110, M 111, M 112, M 113, M 114, M 115, M 116, M 117, M 118, M 119, M 120, M 121, M 122, M 123, M 124, M 125, M 126, M 127, M 128, M 129, M 130, M 131, M 132, M 133, M 134, M 135, M 136, M 137, M 138, M 139, M 140, M 141, M 142, M 143, M 144, M 145, M 146, M 147, M 148, M 149, M 150, M 151, M 152, M 153, M 154, M 155, M 156, M 157, M 158, M 159, M 160, M 161, M 162, M 163, M 164, M 165, M 166, M 167, M 168, M 169, M 170, M 171, M 172, M 173, M 174, M 175, M 176, M 177, M 178, M 179, M 180, M 181, M 182, M 183, M 184, M 185, M 186, M 187, M 188, M 189, M 190, M 191, M 192, M 193, M 194, M 195, M 196, M 197, M 198, M 199, M 200, M 201, M 202, M 203, M 204, M 205, M 206, M 207, M 208, M 209, M 210, M 211, M 212, M 213, M 214, M 215, M 216, M 217, M 218, M 219, M 220, M 221, M 222, M 223, M 224, M 225, M 226, M 227, M 228, M 229, M 230, M 231, M 232, M 233, M 234, M 235, M 236, M 237, M 238, M 239, M 240, M 241, M 242, M 243, M 244, M 245, M 246, M 247, M 248, M 249, M 250, M 251, M 252, M 253, M 254, M 255, M 256, M 257, M 258, M 259, M 260, M 261, M 262, M 263, M 264, M 265, M 266, M 267, M 268, M 269, M 270, M 271, M 272, M 273, M 274, M 275, M 276, M 277, M 278, M 279, M 280, M 281, M 282, M 283, M 284, M 285, M 286, M 287, M 288, M 289, M 290, M 291, M 292, M 293, M 294, M 295, M 296, M 297, M 298, M 299, M 300, M 301, M 302, M 303, M 304, M 305, M 306, M 307, M 308, M 309, M 310, M 311, M 312, M 313, M 314, M 315, M 316, M 317, M 318, M 319, M 320, M 321, M 322, M 323, M 324, M 325, M 326, M 327, M 328, M 329, M 330, M 331, M 332, M 333, M 334, M 335, M 336, M 337, M 338, M 339, M 340, M 341, M 342, M 343, M 344, M 345, M 346, M 347, M 348, M 349, M 350, M 351, M 352, M 353, M 354, M 355, M 356, M 357, M 358, M 359, M 360, M 361, M 362, M 363, M 364, M 365, M 366, M 367, M 368, M 369, M 370, M 371, M 372, M 373, M 374, M 375, M 376, M 377, M 378, M 379, M 380, M 381, M 382, M 383, M 384, M 385, M 386, M 387, M 388, M 389, M 390, M 391, M 392, M 393, M 394, M 395, M 396, M 397, M 398, M 399, M 400, M 401, M 402, M 403, M 404, M 405, M 406, M 407, M 408, M 409, M 410, M 411, M 412, M 413, M 414, M 415, M 416, M 417, M 418, M 419, M 420, M 421, M 422, M 423, M 424, M 425, M 426, M 427, M 428, M 429, M 430, M 431, M 432, M 433, M 434, M 435, M 436, M 437, M 438, M 439, M 440, M 441, M 442, M 443, M 444, M 445, M 446, M 447, M 448, M 449, M 450, M 451, M 452, M 453, M 454, M 455, M 456, M 457, M 458, M 459, M 460, M 461, M 462, M 463, M 464, M 465, M 466, M 467, M 468, M 469, M 470, M 471, M 472, M 473, M 474, M 475, M 476, M 477, M 478, M 479, M 480, M 481, M 482, M 483, M 484, M 485, M 486, M 487, M 488, M 489, M 490, M 491, M 492, M 493, M 494, M 495, M 496, M 497, M 498, M 499, M 500, M 501, M 502, M 503, M 504, M 505, M 506, M 507, M 508, M 509, M 510, M 511, M 512, M 513, M 514, M 515, M 516, M 517, M 518, M 519, M 520, M 521, M 522, M 523, M 524, M 525, M 526, M 527, M 528, M 529, M 530, M 531, M 532, M 533, M 534, M 535, M 536, M 537, M 538, M 539, M 540, M 541, M 542, M 543, M 544, M 545, M 546, M 547, M 548, M 549, M 550, M 551, M 552, M 553, M 554, M 555, M 556, M 557, M 558, M 559, M 560, M 561, M 562, M 563, M 564, M 565, M 566, M 567, M 568, M 569, M 570, M 571, M 572, M 573, M 574, M 575, M 576, M 577, M 578, M 579, M 580, M 581, M 582, M 583, M 584, M 585, M 586, M 587, M 588, M 589, M 590, M 591, M 592, M 593, M 594, M 595, M 596, M 597, M 598, M 599, M 600, M 601, M 602, M 603, M 604, M 605, M 606, M 607, M 608, M 609, M 610, M 611, M 612, M 613, M 614, M 615, M 616, M 617, M 618, M 619, M 620, M 621, M 622, M 623, M 624, M 625, M 626, M 627, M 628, M 629, M 630, M 631, M 632, M 633, M 634, M 635, M 636, M 637, M 638, M 639, M 640, M 641, M 642, M 643, M 644, M 645, M 646, M 647, M 648, M 649, M 650, M 651, M 652, M 653, M 654, M 655, M 656, M 657, M 658, M 659, M 660, M 661, M 662, M 663, M 664, M 665, M 666, M 667, M 668, M 669, M 670, M 671, M 672, M 673, M 674, M 675, M 676, M 677, M 678, M 679, M 680, M 681, M 682, M 683, M 684, M 685, M 686, M 687, M 688, M 689, M 690, M 691, M 692, M 693, M 694, M 695, M 696, M 697, M 698, M 699, M 700, M 701, M 702, M 703, M 704, M 705, M 706, M 707, M 708, M 709, M 710, M 711, M 712, M 713, M 714, M 715, M 716, M 717, M 718, M 719, M 720, M 721, M 722, M 723, M 724, M 725, M 726, M 727, M 728, M 729, M 730, M 731, M 732, M 733, M 734, M 735, M 736, M 737, M 738, M 739, M 740, M 741, M 742, M 743, M 744, M 745, M 746, M 747, M 748, M 749, M 750, M 751, M 752, M 753, M 754, M 755, M 756, M 757, M 758, M 759, M 760, M 761, M 762, M 763, M 764, M 765, M 766, M 767, M 768, M 769, M 770, M 771, M 772, M 773, M 774, M 775, M 776, M 777, M 778, M 779, M 780, M 781, M 782, M 783, M 784, M 785, M 786, M 787, M 788, M 789, M 790, M 791, M 792, M 793, M 794, M 795, M 796, M 797, M 798, M 799, M 800, M 801, M 802, M 803, M 804, M 805, M 806, M 807, M 808, M 809, M 810, M 811, M 812, M 813, M 814, M 815, M 816, M 817, M 818, M 819, M 820, M 821, M 822, M 823, M 824, M 825, M 826, M 827, M 828, M 829, M 830, M 831, M 832, M 833, M 834, M 835, M 836, M 837, M 838, M 839, M 840, M 841, M 842, M 843, M 844, M 845, M 846, M 847, M 848, M 849, M 850, M 851, M 852, M 853, M 854, M 855, M 856, M 857, M 858, M 859, M 860, M 861, M 862, M 863, M 864, M 865, M 866, M 867, M 868, M 869, M 870, M 871, M 872, M 873, M 874, M 875, M 876, M 877, M 878, M 879, M 880, M 881, M 882, M 883, M 884, M 885, M 886, M 887, M 888, M 889, M 890, M 891, M 892, M 893, M 894, M 895, M 896, M 897, M 898, M 899, M 900, M 901, M 902, M 903, M 904, M 905, M 906, M 907, M 908, M 909, M 910, M 911, M 912, M 913, M 914, M 915, M 916, M 917, M 918, M 919, M 920, M 921, M 922, M 923, M 924, M 925, M 926, M 927, M 928, M 929, M 930, M 931, M 932, M 933, M 934, M 935, M 936, M 937, M 938, M 939, M 940, M 941, M 942, M 943, M 944, M 945, M 946, M 947, M 948, M 949, M 950, M 951, M 952, M 953, M 954, M 955, M 956, M 957, M 958, M 959, M 960, M 961, M 962, M 963, M 964, M 965, M 966, M 967, M 968, M 969, M 970, M 971, M 972, M 973, M 974, M 975, M 976, M 977, M 978, M 979, M 980, M 981, M 982, M 983, M 984, M 985, M 986, M 987, M 988, M 989, M 990, M 991, M 992, M 993, M 994, M 995, M 996, M 997, M 998, M 999, M 1000.

A tavaszi és koranyári égbolt érdekesebb látnivalói

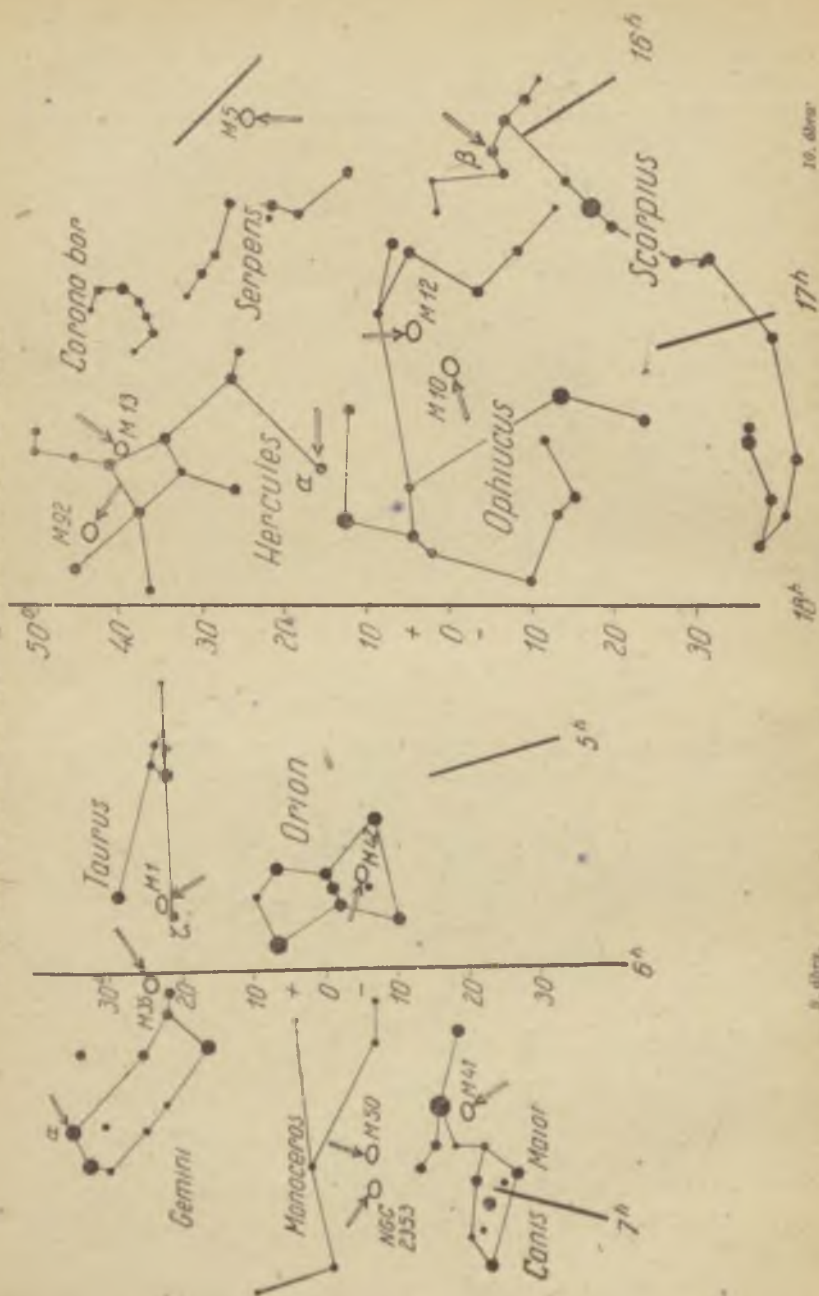


7. ábra

8. ábra

Észirajzok: M 94, M 64, M 51. Nyíltkörök: M 5, M 11, Kétfélekörök: M. Hert., n. Hert., n. Ecl., n. Cas. var., p. Cygni, p. Lyrae, v. Delph., v. Virgo, p. Cygni. Csillagok: M 15, M 92, M 53, M 2. Kövek: M 71 (Deneb), M 57 (Lays), M 17 (Omega), M 17 (Omega), M 17 (Omega).

A nyárutól, őszi és koratéli égbolt érdekesebb látványai



9. ábra.

10. ábra.

Nyílalattal: M 25, M 41, M 50. Gömbalattal: M 12, M 22, M 42, M 43 (Orion köd).

A CSILLAGOS ÉG 1959-BEN*

(Az időpontok közép-európai zónaidőben vannak megadva)

Január

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez a Kígyótartó és Nyilas csillagképekben. A hó első felében figyelhető meg napkelte előtt a délkeleti égbolton. 15-én együttállásban a Szaturnusszal ettől $0,7^\circ$ -kal délre. Fázisa 6-án 0,78, fényessége $-0,2$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez a Nyilas, Bak és a Vízöntő csillagképekben. Napnyugta után látható a délnyugati égbolton. Másfél órával nyugszik a Nap után. 16-án fázisa 0,97, fényessége $-3,4$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Kos és Bika csillagképekben. Az éjszaka első felében figyelhető meg. Fényessége 15-én $-0,2$ magnitúdó. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hajnali órákban látható a délnyugati égbolton. Fényessége $-1,4$ magnitúdó. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. Fényessége $+0,7$ magnitúdó. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Rák csillagképben. Az esti órákban és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél után kel és a hajnali délkeleti égbolton figyelhető meg.

Hullócsillagok

2-án és 3-án a Bootidák; 17-én a Cygnidák, lassú mozgásúak.

Február

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez a Bak és Vízöntő csillagképekben. A hó végén figyelhető meg az esti szürkületben a nyugati égbolton. 14-én felső együttállásban a Nappal. 25-én fázisa 0,94, fényessége

* Összeállította: Guman István

—1,2 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez a Vízöntő és Halak csillagképekben. Napnyugta után két órával nyugszik és a délnyugati égbolton figyelhető meg az esti szürkületben. 9-én 19 órakor együttállásban a Holddal, ettől 4'-kal délre. 15-én fázisa 0,92 csökkenő, fényessége —3,3 magnitúdó, lassan növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Az éjszaka első felében figyelhető meg. Fényessége 15-én +0,6 magnitúdó. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Mérleg és Skorpió csillagképekben. A hajnali órákban látható a délkeleti égbolton. 2-án 2 órakor együttállásban a Holddal, ettől 3'-kal délre. Fényessége —1,6 magnitúdó. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Napkelte előtt figyelhető meg a délnyugati égbolton. Fényessége +0,8 magnitúdó. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Rák csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 3-án szembenállásban a Nappal. — *Neptunusz* 8-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Az éjszaka második felében figyelhető meg.

Hullócsillagok

5-től 10-ig az Aurigidák, nagyon lassúak, fényesek.

Március

Részleges holdfogyatkozás 24-én, tőlünk is megfigyelhető. A fogyatkozás adatai: belépés a félárnyékba 18 ó 55,6 p-kor, belépés a teljes árnyékba 20 ó 16,1 p-kor, fogyatkozás közepe 21 ó 11,4 p-kor, kilépés a teljes árnyékból 22 ó 6,8 p-kor, kilépés a félárnyékból 23 ó 27,2 p-kor. A fogyatkozás nagysága 0,27.

Bolygók

Merkur 18-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Halak csillagképben. A hó elejétől figyelhető meg a nyugati égbolton, napnyugta után. A hó közepén két órával nyugszik a Nap után, de 25-e után már gyorsan közeledik a Nap felé, úgyhogy már nem észlelhető. 12-én legnagyobb keleti kitérésben 18°-ra a Naptól. 29-én alsó együttállásban a Nappal. 11-én 1 órakor együttállásban a Holddal ettől 1°-kal északra. Fázisa 17-én 0,26, fényessége +0,7 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez a Halak és Kos csillagképekben. A kora esti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. 3 órával nyugszik a Nap után. 12-én 1 órakor együttállásban a Holddal ettől 0,1°-kal északra. 15-én fázisa 0,87 csökkenő, fényessége —3,4 magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Az éjszaka első felében figyelhető meg. Fényessége 15-én +1,1 magnitúdó. —

Jupiter 19-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Skorpió csillagképben. Éjfélkor kel és az éjszaka második felében látható a délkeleti égbolton. Fényessége -1.8 magnitúdó. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton. Fényessége $+0.8$ magnitúdó. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Rák csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg.

Hullócsillagok

10-től 12-ig a Bootidák, gyors mozgásúak, maradandó nyommal.

Április

Gyűrűs napfogyatkozás 8-án, tőlünk nem látható. A fogyatkozás az Indiai-óceán keleti részéről, Ausztráliában, Indonéziában és a Csendes-óceán délnyugati részéről figyelhető meg.

Bolygók

Merkur 11-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A hó második felében látható a keleti égbolton közvetlenül napkelte előtt, megfigyelésre nem kedvező helyzetben, mivel csak 20 perccel kel a Nap előtt. 26-án legnagyobb nyugati kitérésben, a Naptól 27° távolságra. 26-án fázisa 0.44 , fényessége $+0.5$ magnitúdó, mindkető növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez a Kos és Bika csillagképekben. Az esti órákban látható a déli égbolton. A hó végén 4 órával nyugszik a Nap után. 15-én fázisa 0.78 csökkenő, fényessége -3.5 magnitúdó növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Bika és Ikrek csillagképekben. Az éjszaka első felében figyelhető meg. Fényessége $+1.5$ magnitúdó. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Skorpió és Mérleg csillagképek között. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. 25-én 1 órakor együttállásban a Holddal, ettől 3° -kal délre. Fényessége -2.0 magnitúdó. — *Szturnusz* 17-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. A hó végén éjfélkor kel, és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton. Fényessége $+0.7$ magnitúdó. — *Uránusz* 20-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Rák csillagképben. Éjfél után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 26-án szembenállásban a Nappal.

Hullócsillagok

19-től 23-ig a Lyridák, gyors mozgástűk, maradandó nyommal.

Május

Bolygók

Merkurelőretartó mozgást végeza Halak, Kos és Bika csillagképekben. A hó első felében látható a keleti égbolton, közvetlenül napkelte előtt, megfigyelésre nem kedvező helyzetben, mivel csak 20 perccel kel a Nap előtt. 1-én fázisa 0,52, fényessége +0,5 magnitudo, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez a Bika és Ikrek csillagképekben. Az esti órákban látható a nyugati égbolton. 4 órával nyugszik a Nap után. 15-én fázisa 0,68 csökkenő, fényessége —3,6 magnitudo növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez az Ikrek és Rák csillagképekben. Éjfélkor nyugszik és a késő esti órákig megfigyelhető. Fényessége +1,7 magnitudo. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Skorpió és Mérleg csillagképek között. A kora esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető, 18-án szembenállásban a Nappal. Fényessége —2,1 magnitudo. — *Szaturusz* hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. Fényessége +0,5 magnitudo. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Rák csillagképben. Éjfélkor nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető.

Hullócsillagok

6-án az Aquaridák, nagyon gyorsak és hosszú pályájúak; 11-től 14-ig a Herculidák, gyors mozgásúak; 30-án a Pegasidák, gyorsak, maradandó nyommal.

Június

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez a Bika, Ikrek és Rák csillagképekben. 10-től már megfigyelhető a nyugati égbolton az esti szürkületben, és a hó végén jut ez év folyamán a megfigyelésre legkedvezőbb helyzetbe, amikor is 2 órával nyugszik a Nap után. 3-án felső együttállásban a Nappal. 25-én fázisa 0,66, fényessége 0,0 magnitudo, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez az Ikrek, Rák és Oroszlán csillagképekben. Az esti órákban látható a nyugati égbolton. 3 $\frac{1}{2}$ órával nyugszik a Nap után. 23-án legnagyobb keleti kitérésben, 45° távolságra a Naptól. 20-án 4 órakor együttállásban az Uránusszal,

ettől 1,3°-kal északra. 15-én fázisa 0,54 csökkenő, fényessége —3,9 magnitúdó növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Rák csillagképben. Az esti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. 24-én 1 órakor együttállásban az Uránusszal, ettől 0,7°-kal északra. Fényessége +1,9 magnitúdó. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. Fényessége —2,0 magnitúdó. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Az egész éj folyamán megfigyelhető. 26-án szembenállásban a Nappal. Fényessége +0,3 magnitúdó. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Rák csillagképben. Éjfél előtt nyugszik és a kora esti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Az éjszaka első felében figyelhető meg a délnyugati égbolton.

Hullócsillagok

2-től 17-ig a Scorpionidák, lassúak és fényesek; 23-tól 30-ig a Draconidák, nagyon lassúak.

Július

Bolygók

Merkur 21-ig előretartó, majd hátráló mozgást végez a Rák csillagképben. A hó elejétől megfigyelhető napnyugta után a nyugati égbolton, de a hónap utolsó napjaiban már gyorsan közeledik a Nap felé, úgyhogy ekkor már nem észlelhető. 8-án legnagyobb keleti kitérésben, 26° távolságra a Naptól. 15-én fázisa 0,32, fényessége +0,1 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A kora esti órákban látható a nyugati égbolton. 2 órával nyugszik a Nap után. 7-én 15 órakor együttállásban a Regulusszal, amikor is egy ritka jelenség lesz észlelhető: a Vénusz korongja elfedi a Reguluszt. Az időpont ugyan nappalra esik, de azért már kisebb távcsővel is megfigyelhető lesz. 10-én 0 órakor együttállásban a Holddal, ettől 3°-kal északra. Legnagyobb fényességét (—4,2 magnitúdó) 26-án éri el, fázisa ugyanakkor 0,27 csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A kora esti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. 18-án 22 órakor együttállásban a Regulusszal, ettől 0,7°-kal északra. Fényessége +2,0 magnitúdó. — *Jupiter* 20-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfélkor nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. 15-én 18 órakor együttállásban a Holddal, ettől 3°-kal délre. Fényessége —1,9 magnitúdó. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Hajnalban nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. Fényessége +0,4 magnitúdó. — *Uránusz* előretartó

mozgást végez a Rák csillagképben. A kora esti órákban nyugszik és már csak nehezen figyelhető meg az esti szürkületben. — *Neptunusz* 17-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Az esti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton.

Hullócsillagok

8-tól kezdve láthatók a Perseidák ; 25-től 30-ig az Aquaridák, lassú mozgásúak.

Augusztus

Bolygók

Merkur 15-ig hátráló, majd előretartó mozgást végez a Rák csillagképben. A hó második felében figyelhető meg a keleti égbolton napkelte előtt. A hónap végén másfél órával kel a Nap előtt. 5-én alsó együttállásban a Nappal. 23-án legnagyobb nyugati kitérésben 18° távolságra a Naptól. 29-én 0 órakor együttállásban az Uránusszal, ettől $0,1^\circ$ -kal délre. 29-én fázisa 0,64, fényessége $-0,6$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* 8-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hó első felében még megfigyelhető az esti szürkületben a nyugati égbolton. 9-én fázisa 0,15, fényessége $-4,1$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hó elején még megfigyelhető az esti szürkületben a nyugati égbolton. 6-án együttállásban a Holddal, ettől 3° -kal északra. Fényessége $+2,1$ magnitúdó. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az esti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton. Fényessége $-1,7$ magnitúdó. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfélkor nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. Fényessége $+0,5$ magnitúdó. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 10-én együttállásban a Nappal. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A kora esti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton.

Hullócsillagok

9-én megy át a Föld a Perseidák legsűrűbb részén, melyek 20-ig láthatók.

Szeptember

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez az Oroszlán és Szűz csillagképekben. A hó elején a hajnali szürkületben a keleti égbolton, a hó végén az esti szürkületben a nyugati égbolton figyelhető meg, mindkét esetben

megfigyelésre nem nagyon kedvező helyzetben. 17-én alsó együttállásban a Nappal. 3-án fázisa 0,82, fényessége —1,0 magnitúdó, mindkettő növekedő. 28-án fázisa 0,97, fényessége —0,7, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* 21-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hó második felében már megfigyelhető mint hajnalcsillag a keleti égbolton. A hónap végén már 3 órával kel a Nap előtt. 1-én alsó együttállásban a Nappal. 28-án fázisa 0,18, fényessége —4,2 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Mérleg és Skorpió csillagképek között. A kora esti órákban még megfigyelhető a délnyugati égbolton. Fényessége —1,5 magnitúdó. — *Szaturnusz* 5-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Az esti órákban nyugszik és a kora esti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton. 10-én 23 óraker együttállásban a Holddal, ettől 4°-kal délre. Fényessége +0,7 magnitúdó. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hó második felében már megfigyelhető a keleti égbolton, közvetlen napkelte előtt. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Hullócsillagok

7-től 15-ig a Perscidák.

Október

Teljes napfogyatkozás 2-án, tőlünk mint részleges fogyatkozás látható. A teljes fogyatkozás zónája az Atlanti-óceánon és Afrika északi területein halad át. A részleges fogyatkozás adatai Budapestre: Fogyatkozás kezdete 12 ó 39.7 p-kor, legnagyobb fázis (0,24) 13 ó 31.1 p-kor, fogyatkozás vége 14 ó 20.2 p-kor.

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez a Szűz, Mérleg és Skorpió csillagképekben. E hó folyamán az esti szürkületben figyelhető meg a délnyugati égbolton. A hónap végén $\frac{3}{4}$ órával nyugszik a Nap után. 23-án fázisa 0,81, fényessége —0,1 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hajnali órákban figyelhető meg a keleti égbolton. 3 $\frac{1}{2}$ órával kel a Nap előtt. Legnagyobb fényességét (—4,3 magnitúdó) 8-án éri el, fázisa ugyanakkor 0,27. — *Mars* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. 30-án együttállásban a Nappal. A hó folyamán nem figyelhető meg.

— *Jupiter* előretartó mozgást végez a Skorpió csillagképben. A hó első felében az esti szürkületben még megfigyelhető a délnyugati égbolton. Fényessége —1,4 magnitúdó. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Napnyugta után még megfigyelhető a délnyugati égbolton. Fényessége +0,8 magnitúdó. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfélkor kel és a hajnali órákban figyelhető meg a keleti égbolton. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 30-án együttállásban a Nappal.

Hullócsillagok

2-án a Quadrantidák; 19-én a Draconidák; 19-től 23-ig az Arietidák, nagyon lassúak és fényesek; 18-tól 20-ig az Orionidák, gyorsak, mara-dandó nyommal.

November

Bolygók

Merkur 14-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Skorpió és Mérleg csillagképekben. A hó első napjaiban megfigyelhető a délnyugati égbolton napnyugta után. A hónap utolsó napjaiban újra előtűnik a délkeleti égbolton a hajnali szürkületben. 3-án legnagyobb keleti kitérésben a Naptól 24° távolságra. 24-én alsó együttállásban a Nappal. 2-án fázisa 0,67, fényessége 0,0 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán és Szűz csillagképekben. A hajnali órákban látható a keleti égbolton. 4 órával kel a Nap előtt. 11-én legnagyobb nyugati kitérésben 47° távolságra a Naptól, 27-én 3 órákor együttállásban a Holddal, ettől 0,6°-kal északra. 15-én fázisa 0,52 növekedő, fényessége —4,0 magnitúdó csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Skorpió és Kígyótartó csillagképekben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Uránusz* 27-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Hullócsillagok

3-tól 15-ig a Leonidák, nagyon gyorsak; 17-től 27-ig az Andromedidák, nagyon lassúak.

Bolygók

Merkur 3-ig hátráló, majd előretartó mozgást végez a Mérleg, Skorpó és Kígyótartó csillagképekben. Az egész hó folyamán megfigyelhető a hajnali szürkületben a délkeleti égbolton. A hónap közepén másfél órával kel a Nap előtt. 12-én legnagyobb nyugati kitérésben a Naptól 21° távolságra. 27-én 2 órakor együttállásban a Jupiterrel, ettől $0,0^\circ$ távolságra. 17-én fázisa 0,74, fényessége $-0,3$ magnitudo, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez a Szűz és Mérleg csillagképekben. A hajnali órákban látható a keleti égbolton. $3\frac{1}{2}$ órával kel a Nap előtt. 15-én fázisa 0,65 növekedő, fényessége $-3,8$ magnitudo csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Skorpó és Kígyótartó csillagképekben. A hó második felében már látható közvetlenül napkelte előtt a délkeleti égbolton. 29-én 2 órakor együttállásban a Jupiterrel, ettől $0,8^\circ$ -kal északra. Fényessége $+2,2$ magnitudo. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 5-én együttállásban a Nappal. — *Szatur-nusz* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 31-én együttállásban a Nappal. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban kel, az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Közvetlenül napkelte előtt figyelhető meg a délkeleti égbolton.

Hullócsillagok

10-től 12-ig a Geminidák.

DETRE LÁSZLÓ:

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA CSILLAGVIZSGÁLÓ INTÉZETÉNEK MŰKÖDÉSE

(1957. SZEPTEMBER 1. — 1958. JÚLIUS 1.)

Az Akadémia Elnökségének határozata értelmében a Intézet napfizikai osztálya 1958. január 18-tól Debrecenben mint önálló „Napfizikai Kutatócsoport” alakult meg. Az új csoportnak az Intézet rendelkezésre bocsátotta a 25 cm-es Konkoly-féle refraktort, a fotohéliográfot és az összes napfizikai segédműszereket, a könyvtárnak napfizikai és duplumanyagát, valamint három munkahelyiség teljes bútorzatát. Ezenkívül az Intézet státusából átadott egy osztályvezetői, két tudományos munkatársi, egy tudományos segédmunkatársi és két kutatási segéderői állást. A napfizikai osztály kiválásával megszűnt az Intézetnek osztályokra való tagolódása, ami a személyzet kicsi létszáma és a rendkívül szerény tudományos berendezés mellett eddig sem volt egészen indokolt.

Az Intézet személyzete jelenleg:

Igazgató: Detre László. Tudományos munkatársak: D. Balázs Júlia dr., Almár Iván, Balázs Béla, időszaki főfoglalkozású féléves megbízással: Paál György. Tudományos segédmunkatárs: Csank Lajos. Kutatási segéderők: Lovas Miklós, Gefferth Károly és Rizner Ferenc. Mechanikai műhely: Elter János műhelyfőnök, Kálmán Béla mechanikus, Iváncsik Miklós szakmunkás. Gazdasági részleg: Káldor Ernőné főkönyvelő, Harsányi Klára titkárnő (fél állással, a könyvtár adminisztrációját is ellátja), Osgyáni László autóvezető, Iváncsikné Guba Borbála hivatalsegéd, Tamási Péter betanított munkás.

A Minisztertanács hozzájárult a mátrai fiókinézet építkezéséhez 8 és fél millió forint összköltséggel. Az obszervatóriumhoz vezető út építése még 1958-ban elkezdődik, 1959-ben épül meg a főépület, 1960-ban pedig az új Schmidt-teleszkóp befogadására szolgáló 8 m átmérőjű kupola.

Beruházási keretünkben a Német Demokratikus Köztársaságból fotoelektromos berendezésünkhöz regisztráló műszert rendeltünk. Beszereltünk egy Mercedes szuperautomata és két Triumphator kézi számológépet. A jenai Schott Művektől több színszűrősortozatot szereztünk be. Régebbi rendeléseinkből megérkezett két RCA 1 P 21 multiplier-cső, és ezek közül az egyik olyan kiváló minőségű, hogy fotoelektromos mérésünket lényegesen gyengébb csillagokra tudtuk kiterjeszteni. A jelenleg 3 db hasonló típusú multiplierünk összehasonlítását adja az alábbi méréssorozat az XX Cyg változócsillag egyik összehasonlítójáról, melynek fényessége 12,4 magnitudo:

Multiplier	I	II	III
Sötétáram	14,2	13,5	2,5 mm
Égi háttér	25,1	13,5	45,0
Csillag kék szűrőn át	2,60	1,73	4,67
Csillag sárga szűrőn át	6,20	4,53	11,17

Ez az összehasonlítás jól mutatja a III. cső kitűnő minőségét. A rendkívül kicsi sötétáram a mérések nagy stabilitását eredményezi. A III. multiplierrel jelenleg nagy pontossággal tudjuk mérni 13-ad rendű csillagok szín-indexét is a 60 cm-es reflektorunkon.

A Szovjet Csillagászati Tanács felkérte az Intézetet, hogy szervezze meg hazánkban a mesterséges holdak követésére szolgáló megfigyelő állomásokat. A megfigyelésekhez szükséges 40 távcsövet ajándékként bocsátották rendelkezésünkre. Ezeket felosztottuk a három hazai állomás: Baja, Budapest és Szombathely között. A budapesti állomást az Intézet főépületének teraszán állítottuk fel. A Geofizikai Év magyar rádiósága által számunkra kiutalt tudományos segélyből rövidhullámú rádiókészüléket, magnetofont, megfigyelő székeket és stopperórákat szereztünk be. A mesterséges holdak fotografikus követéséhez beszereztünk egy Pentacon fényképezőgépet.

A fotolaboratóriumunk számára beruházási keretünkből egy Zorkij fotokamarát, egy nagyítógépet és egy reprodukciós asztalt szereztünk be.

1958 tavaszán nagyobb keretet kaptunk az Intézet épületeinek tatarozására. Ezzel kapcsolatban felújítottuk a 60 cm-es reflektorunkat is.

Az Intézet nemzetközi kapcsolatai tovább fejlődtek. 1957 szeptemberében Deire László, Balázs Júlia és Lovas Miklós egy hetet Bulgáriában töltöttek, és részletesen megbeszélték a bolgár csillagászokkal az ott létesítendő hegyi obszervatórium terveit. A Rilac- és Vitosa-hegység megtekintése után kijelölték az obszervatórium helyét a Vitosa-hegység déli oldalán 2000 m magasságban. A bolgárok az obszervatóriumot közös bolgár–magyar intézménynek szeretnék kiépíteni. Ennek nagy tudományos jelentősége lenne, mert klimatológiai szempontból a népi demokráciák közül Bulgária rendelkezik a csillagászati megfigyelésekhez legalkalmasabb tereppel.

1957 októberében Deire részt vett a jenai „Interplanetáris anyagok” tárgykörből rendezett konferencián. Ez alkalommal megtekintette a jenai, sonnebergi és potsdami csillagvizsgálókat, a berlini Hertz-Institút rádiócsillagászati osztályát, valamint a potsdami csillagda rádiócsillagászati telepét.

1957 őszén három hétig intézetünkben dolgozott J. Tremko brnói csillagász, és kimérte a W CVn RR Lyrae-típusú változócsillagról készült felvételeinket.

Tudományos munka és eredmények

A 60 cm-es reflektorunkra szerelt fotoelektromos berendezésünk az említett III. multiplier cső üzembelhelyezésével annyira tökéletesedett, hogy vele az eddiginél lényegesen nagyobb szabású programok voltak megindíthatók. Így 1957 őszén megkezdttük az északi ég összes 13 fényrendnél fényesebb RR Lyrae-csillagunk kolorimetriai vizsgálatát. A mérések kék és sárga színben történnek. A munka célja: megállapítani, hogyan oszlanak el a Russell-diagramban a különböző periódusú RR Lyrae-csillagok. Ha a színindex egyértelmű függvénye a periódusnak, az azt jelentené, hogy az RR Lyrae-csillagok periódusa fejlődésük folyamán szisztematikusan változik, amint átfutnak a diagramnak azon a szűk sávján, amelyben

kizárólag RR Lyrae-csillagok tartózkodnak. A munkát kooperációban végezzük az amerikai Lick, a bambergi és a toruni csillagvizsgálókkal.

Az elmúlt ősz és tél rendkívül kedvező időjárása lehetővé tette, hogy máris nagyobb számú RR Lyrae-csillag fénygörbéjét határozhassuk meg két színtartományban. Ezenkívül a Blasko-effektust mutató RR Lyrae-csillagok kolorimetriai vizsgálatát kiterjesztjük a szekunder periódus minden fázisára is.

A megfigyelt változócsillagok a következők voltak: SW és XX And, TV Boo, VZ Cnc, W CVn, RW Dra, RR Gem, RR Leo, XX és UY Cyg, SU Dra, RU Psc, VZ Her és AR Her, RV és TU UMa. (Ezek közül SW And, TV Boo, VZ Cnc és AR Her mutat Blasko-effektust.) A megfigyelésekben részt vett az Intézet egész tudományos személyzete és 9 hónap alatt kb. 25 000 megfigyelést végeztek az említett csillagokról.

A megfigyelésekből a fénygörbék meghatározása aránylag egyszerű. De a légköri differenciális extinkció, valamint a reflektor visszaverő képességének lassú változása igen megnehezíti a színindexek meghatározását egy homogén színrendszerben. Emiatt havonta legalább egyszer összehasonlító méréseket végeztünk a Johnson-féle fundamentális színrendszer csillagaival. Azonkívül a légköri extinkciós koefficiens az összehasonlító méréseiből egy éjszakán belül többször is meghatározuk. Nagyváros közelében ugyanis nem lehet feltételezni, hogy a légköri extinkció csak a zenitávolság függvénye. A terjedelmes redukció az egész észlelési anyagra folyamatban van.

Az említett csillagokon kívül kb. 1000 mérést végeztünk a Delta Delphini rövidperiódusú csillagról, melynek amplitúdója mindössze 0,05 fényrend (Detre, Lovas).

TV Boo Blasko-effektusának periódusát sikerült meghatározni. A 0,31 napos főperiódussal járó fényváltozás 38 napos periódussal változik. A változás amplitúdója rendkívül kicsi, a kék fényben is csak 0,1 fényrend a maximumok magasságának változása. De a 38 napos periódus némely ciklusában a fénygörbeváltozások amplitúdója rendkívül nagy lesz. A 38 napos periódus amplitúdójának ez a változása valószínűleg szintén periodikus, de ennek megállapítására a csillagot még legalább egy évig kell követnünk.

Miután a múlt évben a budapesti fotoelektromos megfigyelésekből meghatároztuk RV UMa szekunder periódusát, megvizsgáltuk, hogy az 50 évre visszanyúló egyéb megfigyelési anyagból a Blasko-effektus kimutatható-e. Az eredmény pozitív volt, és így sikerült mind a fő-, mind a mellékperiódus változásait is levezetni. Az eredményeket az Intézet kiadványainak 34. számában ismertettük. (Julia Balázs—L. Detre: Untersuchungen über die Perioden- und Lichtkurvenänderungen von kurzperiodischen Delta Cephei Sternen. IX. RV Ursae Majoris.)

AR Her-ről rendelkezésre álló, 20 évre kiterjedő budapesti fotografikus anyag, valamint újabb fotoelektromos megfigyelések alapján Almár vizsgálta a csillag Blasko-effektusának változásait. A változások eredményei szerint nem periodikusak, de mint RW Dra és RV UMa esetében, itt is együttjárnak a főperiódus változásai a Blasko-effektus amplitúdójának változásaival.

Az 1956. évi változócsillag-konferencia anyagát sajtó alá rendeztük és mint az intézeti kiadványok 42. számát jelentettük meg.

1953. évben négy színben megfigyeléseket végeztünk a fotoelektromos fotométerünkkel Lambda Tauri szabad szemmel is látható fedési változóról. Külföldi felkérésre ezeket a megfigyeléseket most feldolgoztuk és

az eredményeket elküldtük a manchesteri csillagvizsgálónak. Bár a megfigyelések száma nem nagy, érdekes következtetéseket tehettünk a csillag fizikai állapotára (Detre).

Külföldi felkérésre több kisbolygó pontos pozícióját számítottuk ki régebbi reflektor-felvételek alapján (Balázs Béla).

Az RR Lyrae-csillagok megfigyelését a 16 cm-es asztrográfunkon is folytattuk. 1957 folyamán a következő változókat figyeltük meg: RZ Cam, Cnc, AA CMi, ST CVn, Z CVn, HM Cas, XX Cyg, RW Dra, WY Dra, XZ Dra, TW Her, VZ Her, AR Her, RR Leo, Y LMi, SS Psc, TU UMa. Megfigyelők: Almár, Balázs Béla, Csank, Gefferth, Popova (Szófia), Rizner. Felvételek száma: 2245.

A gömbhalmazok vizsgálata keretében Lovas 1957 folyamán 57 felvételt készített az M 3, M 5 és M 15 gömbhalmazokról. Befejezte az M 5 gömbhalmazban levő változócsillagok kimérését.

Az Intézet területén felállított mesterséges holdmegfigyelő állomás 1958 februárja óta Almár vezetésével rendszeresen végezte a moszkvai központból küldött előrejelzések alapján a szovjet 1. és 2. mesterséges hold, valamint ezek hordozórakétájának megfigyelését. Az eredményeket beküldtük a moszkvai központba.

1957-ben az Intézet passage-pillérén Budapest—Varsó hosszúság-különbség meghatározásához szükséges méréseket végeztek. Magyar részről Ráskai Zoltán és Papp Zoltán, lengyel részről dr. doc. Julien Radecki és Jan Rysz geodéták végezték a megfigyeléseket.

Az Intézet továbbra is ellátta a területén levő I. osztályú meteorológiai állomás munkakörét és a leolvasásokat havonta összesítve beküldtük az Országos Meteorológiai Intézetnek (Iváncsik).

Budapest, Szabadsághegy, 1958. július 12.

SVÉKUS OLIVÉR:

A TIT CSILLAGÁSZATI-ŰRHAJÓZÁSI SZAKOSZTÁLYÁNAK MUNKÁJA

Az 1958-as év nevezetes esztendő a TIT történetében. Az alakuló közgyűlés óta ez évben tartotta a Társulat első küldöttgyűlését, amelyen — többek között — az 1953-ban jóváhagyott alapszabályok módosítására is sor került. Az új alapszabály részletesen foglalkozik a szakosztályok országos választmányaiával, és éppen a gyűlésen elhangzott javaslatok alapján külön matematikai és külön csillagászati-űrhajózási szakosztályi választmány felállítását írja elő. Ennek következtében a budapesti szakosztályból önálló matematikai szakosztály vált ki, míg a csillagászok az Űrhajózási Bizottság tagjaival együttesen a budapesti Csillagászati-Űrhajózási Szakosztályt alkotják.

Természetesen az országos választmány létesítése nem jelenti azt, hogy valamennyi megyei szervezetünk hasonlóképpen önálló szakosztályokat állít fel; vidéken továbbra is az adottságoknak megfelelően egy szakosztályban vannak a csillagászok a matematikusokkal, fizikusokkal vagy a földrajzi szakosztály tagjaival. Az évente egyszer összeülő országos választmány feladata viszont kizárólagosan a csillagászati és űrhajózási ismeretterjesztés problémáinak megjavítása lesz.

A budapesti szakosztály plenáris ülése március 6-án a következő vezetőséget választotta meg három évi időtartamra:

Elnök: *Detre László* akadémikus, az MTA Csillagvizsgáló Intézetének igazgatója, titkár: *Róka Gedeon*, a vezetőség tagjai: *Almár Iván*, dr. *Földes István*, dr. *Galla Emil*, dr. *Kulin György*, *Nagy Ernő* és *Sinka József*.

A szakosztály országos választmányának budapesti választott tagjai: *Almár Iván*, dr. *Kulin György*, *Róka Gedeon* és *Sinka József*. Hivatalból tagok a budapesti és vidéki szakosztályok elnökei.

*

Zerinváry Szilárd korai halála mindnyájunkat mélyen megrendített. A Csillagászati Hétén megtartott előadásra még kórházból kapott eltávozási engedélyt, de szabadegyetemi előadásakor már otthonában tartózkodott, és minden reményünk megvolt, hogy hamarosan teljesen egészséges lesz. Annál fájdalmasabb volt a hír, amely eltávozását közölte. A szakosztály nagyon értékes és tevékeny tagját veszítette el. Írásai, előadásai mindig a tárgy iránti lelkes szeretetéről tanúszkodtak. Olvasói és hallgatói az ismeretek bőséges tárárt kapták tőle, és munkáin keresztül ismerték meg a csillagászat legújabb eredményeit. Széleskörű nyelvismerete megkönnyítette számára a legírissabb tudományos hírek gyűjtését; s amiről egyszer tudomást szerzett,

azt szóban és írásban mindenkivel közölni igyekezett. Az Urániában és a Szabadegyetemen megtartott előadásai mellett számos kisebb és nagyobb beszámolója hangzott el a rádióban is. Könyvei mellett a *Csillagok Világa* — amelynek szerkesztőbizottsági tagja volt —, az *Élet és Tudomány*, a *Természet és Társadalom*, illetőleg újabban a *Természettudományi Közlöny* számos cikkében, tanulmányában tárta ismereteit az olvasók elé. Temetésén fájó szívvel vettek tőle búcsút barátai, munkatársai, hallgatói, olvasói; szakosztályunk nevében dr. Kulin György mondott búcsúszavakat. Emlékét szakosztályunk kegyelettel őrzi.

*

A budapesti szakosztály működése az elmúlt év során egyrészt különböző előadások megtartásával, másrészt az Úrhajózási Bizottság tevékenységével meglehetősen szűk térre szorítkozott. És itt mindjárt arra a sajnálatos körülményre kell rámutatnunk, hogy budapesti tagjaink nem használták ki azt a lehetőséget, amit a Sándor utcai Uránia Bemutató Csillagvizsgáló számukra nyújt. Az az elgondolás, hogy a budapesti szakosztály működésének színhelye az Uránia legyen, csak óhaj maradt. Tagjaink elvértve keresték fel az Urániát, ahol — néhány igen tevékeny tagunk működésétől eltekintve — fiatal munkatársak, többségében nem szakosztályi tagok vezették a bemutatásokat, tartottak előadásokat a magános vagy csoportos látogatók részére. Pedig az Uránia kitűnő lehetőség a komoly ismeretterjesztésre. Nincs a Társulatnak még egy szakosztálya, amely elmondhatná, hogy munkájához külön épület, külön felszerelés, külön műhely, mozeitíttövel felszerelt előadóterem áll rendelkezésére.

Az Uránia munkájáról Évkönyvünk más helyén öröndetes adatok számolnak be. Mert fiatal munkatársaink, néhány lelkes tagunk igen szép munkát végzett. Elég itt pl. a „napmegfigyelő csoport” munkájára hivatkoznunk. De ez a siker nem a szakosztály egészének, hanem csak kis töredékének az érdeme. Kíváncsú volna, ha minden tagunk személyes közreműködésével tenné az Uránia munkáját még eredményesebbé. Erre minden lehetőség megvan, már csak a tagság közreműködése hiányzik.

*

A József Attila Szabadegyetem csillagászati sorozatára az 1957—58. tanévben 91 hallgató iratkozott be. Öröndetes, hogy közülük mintegy 60—70 hallgató mindvégig részt vett az előadásokon. Az elhangzott előadások a következők voltak:

Ponori T. Aurél: Az ókor csillagászata

Dr. Kulin György: A csillagászatban használatos módszerek és kutató eljárások

Zorinváry Szilárd: A Föld alakja, mozgásai és tömege

Róka Gedeon: A Föld helyzete a világmindenségben

Dr. Kulin György: Az ógi mechanika elemei

Sinka József: A bolygó kutatás legújabb eredményei

Dr. Guman István: Az üstökösök mozgása és szerkezete

Szimán Oszkár: A szinképezés alkalmazása a csillagászatban

Almár Iván: A különféle csillagtípusok

Dr. Kulin György: Hogyan határozták meg a csillagok tömegét?

Szimán Oszkár: A sztellárusztronómia főbb kérdései

Sinka József: Koszmosz hatások a Földön

Róka Gedeon : Az empirikus kozmogónia
 Almár Iván : Az űrhajózás tudományos problémái
 Dr. Marx György : A relativitáselmélet csillagászati vonatkozásai
 Dr. Földes István : A csillagászat legújabb eredményei

Szakosztályi tagjaink közül többen tartottak előadást az Uránia ősz és tavaszi, ún. csütörtöki sorozatában. *Almár Iván, ifj. Bartha Lajos, dr. Horváth Árpád, dr. Kulin György, Nagy Ernő, Ponori T. Aurél, Róka Gedeon, Szimán Oszkár, Zerinváry Szilárd* mellett meghívott előadók, más szakosztály tagjainak (*dr. Barta György, dr. Flóridn Endre, Pécs Lajos*) előadásai is emelték a sorozat sikerét. — A szombati klubestek részvétlenség miatt sokszor elmaradtak. — Jól sikerült előadásokat tartottak a Kossuthklubban *ifj. Bartha Lajos* „A Hold geofizikai vonatkozásai” és *Szimán Oszkár* „Fényképezés a csillagászatban” címmel.

*

A budapesti szakosztály előadásainak túlnyomó része — és körülbelül ez a helyzet a megyei szakosztályoknál is — a mesterséges holdakkal foglalkozott. Októbertől június végéig a budapesti szakosztály 232 előadást tartott erről a témáról. Ezek az előadások részint Budapesten hangzottak el, részint vidéki városainkban, ahová budapesti előadót kértek (Abony, Almásfüzitő, Cegléd, Dunaföldvár, Esztergom, Gödöllő, Győr, Kalocsa, Kistarcsa, Komárom, Kőszeg, Miskolc, Monor, Nagykanizsa, Nagykőrös, Nagymaros, Pécs, Salgótarján, Székesfehérvár, Szolnok, Szombathely, Sztálinváros, Tatahánya, Vác, Visegrád, Zebegény). Tagjaink szívesen vállalták a vidéki előadásokat, amelyek egyúttal lehetővé tették megye előadóink tájékoztatását is.

Természetesen más csillagászati előadás is hangzott el Budapesten és vidéken egyaránt, az elmúlt évben azonban az „Űrhajózás” vagy a „Mesterséges hold” c. témán kívül minden más előadástéma csak szórványosan, alig néhányszor került sorra. Szakosztályainknak e téren sok javítanivalójuk lenne.

*

Az előadások mellett a budapesti szakosztály szakkörök felállítását is tervbe vette. Egy-egy szakosztályi tag vezetésével nem nagy létszámú, mindössze 10—12 tagot számláló szakkör létesül; a tagok a szakkör vezetőjétől rendszeres tájékoztatást kapnak alapismeretekből, irodalomról (könyv- és folyóiratszemle formájában), műhelyfeladatokról, észlelési munkák végrehajtásáról, vagy akár speciális részletkérdésekről is. A szakköröket érdeklődési körök, illetőleg a tagok tájékozottságának foka szerint szervezzük meg. Remélhető, hogy a szakköri munkán át még jobban össze tudjuk fogni az Uránia barátainak népes tábort.

*

A szakosztály munkabizottságaként még 1956. május 26-án alakult Asztronautikai Bizottság jelentősége a mesterséges holdak fellövése után hirtelen megnőtt. A bizottság tagjai alig tudták kielégíteni a sajtó, rádió és az előadásokat kérő különféle intézmények igényeit. A fizikai szakosztállyal való szoros együttműködés lehetővé tette, hogy szakképzett fizikusok részére két alkalommal is előadói ankétot rendezzünk, amelyen

az előadók részletes tájékoztatást, valamint irodalmi útbaigazítást kaptak, s ezeknek alapján felkészülhettek az előadások megtartására. A bizottság az időközben megkapott műszaki adatokat sokszorosítva eljuttatta az előadókhoz. Tájékoztató füzetet adott ki „Amit a mesterséges holdról tudni kell” címen, és — még az első szputnyik fellövése előtt — megjelentette az Élet és Tudomány Kiskönyvtárának „Úrhajózás” c. kötetét.

Az Asztronautikai Bizottság 1958. április 9—10—11-én három napos tudományos ülésszakot rendezett a Társulat székházában. Ezen a következő előadások hangzottak el:

Almár Iván: Az asztronautika osztályozása témakörök szerint

Dr. Kulin György: A mesterséges holdak égi mechanikája

Nagy Ernő: Repülés és úrhajózás

Dr. Péter János: Az úrhajózás biometeorológiája

Abonyi Iván: Milyen új bizonyítékok várhatók a mesterséges holdaktól az általános relativitáselmélet számára?

Szimán Oszkár: Rakéta-üzemanyagok fejlődési irányai

Tardos Béla: Navigáció az űrben

Sinka József: A légkör határán túl kozmikus sebességgel mozgó testek visszatérésének problémái

Fülöp Zoltán: Nagy teljesítményű rakéta-hajtóművek

Nagy István György: A mesterséges holdak műszerezéséről

Dr. Flórián Endre: Újabb eredmények a magaslégkör-kutatásban

Dr. Magyari Endre: A mesterséges holdak rádiókövetéséről

Az előadásokat szép számú érdeklődő hallgatta végig. Az ülésszak sikeréről a napi sajtó is megemlékezett, ismertetve az elhangzott előadásokat. Első alkalom volt ez az úrhajózás problémáinak rendszeres és alapos megvitatására.

Az Úrhajózási Bizottság egyébként gyakran tartott ülést; ezeken tájékoztató előadások hangzottak el, illetőleg aktuális kérdések kerültek megvitatásra.

*

Társulatunk és a Nyelvtudományi Társaság emléktáblával jelölte meg *Sajnovics János* szülőházát Tordason. Az avató ünnepségen Társulatunk nevében *dr. Horváth Árpád* mondott ünnepi beszédet.

KULIN GYÖRGY:

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT URÁNIA BEMUTATÓ CSILLAGVIZSGÁLÓI

Budapest

A beszámolási időszak 1957. szeptember 16—1958. június 30., tehát kilenc és fél hónap.

Az ismeretterjesztő munka eddigi formáin kívül az elmúlt időszak alatt nagy lépésekben haladtunk előre a már eddig is járt úton. A Társulat ismeretterjesztő munkája jórészt az előadásokon keresztül előszóban, könyvein, füzetein át írott betűvel, szemléltető falitábláinak és filmvetítéseinek segítségével képekben történt. A múlt évi beszámolónkban megemlítettük, hogy további munkánk gazdasági szempontokat is előírt. Ez nem csupán abban jutott kifejezésre, hogy előadásainkon belépődíjat szedtünk, hanem úgy is, hogy termelő munkával olyan eszközöket állítottunk elő, amelyek, ha kismértékben is, de hozzájárultak munkánk gazdasági feltételeinek biztosításához. Eközben felismertük, hogy ennek a tevékenységnek igen hatásos oktató-nevelő oldala is lehet. Tudtuk jól, hogy egy-egy földrajzi, természettudományi előadás sokkal színesebb és elevenebb lesz azáltal, ha az élőszót szemléltetéssel kísérjük. A városi séták és az országjáró kirándulások pedig rendkívüli mértékben fokozzák az előszóban átadható élményeket. A természettudományos ismeretterjesztés mindig hiányolta azokat az elemi eszközöket, amelyeknek segítségével jobban, élményszerűbben ismerhetjük meg a körülöttünk levő világot.

Ebből a felismerésből fakadt az Uránia ismeretterjesztő bolt létrehozása, és ez a felismerés szabta meg az Uránia műhely tevékenységét is. Az Uránia műhely mikroszkópjai és távcsövei, amelyeket félkész vagy kész állapotban bocsátunk az érdeklődők rendelkezésére, olyan áron kerülnek forgalomba, hogy a kispénzű emberek is megvásárolhatják.

Nehéz lenne már ma megmondani, hány gyerek és felnőtt érdeklődése fordul a természettudományok felé azáltal, hogy kezébe vehet egy mikroszkópot. De látjuk ennek a mozgalomnak jelentőségét, és a már eddig elért eredmények lelkes biztatást adnak számunkra a jövőre nézve.

Munkánk egészének egyik fő jellemvonását ez a munka adja.

Nagytól léptünk előre azonban a tudományos munka területén is. Munkatársaink nem elégedtek meg azzal, hogy az ismeretterjesztés fókáin elmondják nap mint nap azokat az alapismereteket, amelyeknek közlése elsőrendű feladatunk. A Nemzetközi Geofizikai Év programjából ők is részt vállaltak, s ma már megfigyelési eredményeik a hazai intézményeken túl, külföldre is eljutnak, és elismeréssel nyilatkoznak róla.

Bevezetőben, az általános jellemzés során ezeket kellett megemlítenünk, mielőtt a részletekre térnénk át.

1. Mindennapos előadások és bemutatások

Az Uránia feladata, hogy az iskolai és az iskolán kívüli oktatást támogassa. Az iskolák tantervében, ha nagyon szerényen is, de szerepel a csillagászat. Nyilvánvalóan lehetetlen, hogy minden általános és középiskola, valamint a szakiskolák olyan távcsövekkel szereljék fel szertárukat, amelyekben át be lehetne mutatni a Holdon kívül a bolygókat is. A budapesti és vidéki Urániákra hárul az a feladat, hogy az iskolák számára bemutatással egybekötött előadásokat tartsanak. Kiegészítsék a tanultakat, és be is mutassák az égitesteket.

Uránia bemutató csillagvizsgálók nem régóta vannak az országban. Az is feladatunk, hogy mindazok számára rendelkezésre álljunk, akiknek diákkorukban nem volt alkalmuk távcsőbe nézni. Ha ezt a feladatot egyszer valaki megszervezi, felméri, rájön, mennyi tennivaló, mennyi pótolnivaló akad ezen a téren is.

Urániánk tehát minden derült napon, vasárnap is nyitva áll az érdeklődők számára. Itt leggyakrabban olyanokkal találjuk szembe magunkat, akik először érintkeznek a csillagászat kérdéseivel. A számukra tartott előadások akkor érik el legjobban céljukat, ha összefoglaló képet nyújtanak a csillagászatról, szemléletes képet adnak a mai világról. Részletkérdésekbe csak akkor indokolt belemenni, ha éppen valami aktualitás van az égen. Sőt ezt ki is kell használni. Ha a Hold látható, vagy valamelyik bolygó, azok érdekességeit is mondjuk el. Ha pedig üstökös jelenik meg, egész előadásunkat ennek a tárgynak szentelhetjük.

Előfordul, hogy ugyanaz az üzem vagy iskola több alkalommal is ellátogat. Ilyenkor munkatársaink a vezető tanárral megbeszélve, olyan témáról beszélnek, ami iránt a csoportban legnagyobb az érdeklődés. De nem célszerű speciális problémákban elveszni akkor, amikor jól tudjuk, hogy a hallgatóságnak a legelemibb ismeretei is hiányoznak.

Ha egyéni látogatók jöttek, vagy kisebb csoportok, azok számára nem tartottunk külön előadást, hanem a távcső mellett válaszoltunk felmerülő kérdéseikre.

A csoportok mindig kaptak előadást. Termékenynek bizonyult az az eljárás, hogy az előadás után módot adtunk a kérdések feltevésére, és azokat megválaszoltuk.

Nagy látogatottság idején a közönséget szűk teraszunk miatt meg kellett osztani. Egyik részük a teremben maradt, ahol csillagászati vagy más természettudományi filmet vetítettünk.

A bemutatás rendszerint a Merz- vagy a Plössl-féle 20 cm-es távcsővel történt, néha kiegészítésként üzembe helyeztünk egy kisebb binokuláris távcsövet vagy a 8 cm-es Merz távcsövet.

Leginkább emlékezetesek azok az alkalmak, amikor nem volt túlszűfoltosság, s az eleven érdeklődésű kisebb csoportok a késő éjszakába nyúló órákig lefennmaradtak a teraszon, s a véget érni nem akaró kérdések között megnézhettek mindent, ami csak látnivaló.

2. Csütörtöki sorozat

Az Uránia ismeretterjesztő munkájának egy másik, immár hagyományossá vált formája a csütörtöki sorozat. Itt már speciálisabb témák fordulnak elő. Azok látogatói, akik az alapismeretekkel már rendelkeznek. A beszámolási időszakokra két ilyen sorozat esik: az 1957. évi őszi és az 1958. évi tavaszi sorozat.

E két sorozat előadásai a következők voltak: a Nemzetközi Geofizikai Év: Flórián Endre. Csillagok energiaforrásai: Szimán Oszkár. A kozmikus

por a Föld életében: Bartha Lajos. A mesterséges holdak: Kulin György. Kettőscsillagok: Róka Gedeon. A színképelemzés úttörői: Horváth Árpád. Az 1956-os marsközelség eredményei: Kulin György. A fény: Ponori Thewrewk Aurél. Csillagrendszerek: Gauser Károly. Az óriásbolygók fizikája: Zerinváry Szilárd.

Az 1958. évi tavaszi sorozatban: A mesterséges holdak legújabb eredményei: Almár Iván. A földmágnesség eredete: Bartha György. A 350 éves távcső: Bartha Lajos. A világ legnagyobb távcsöve: Kulin György. Stabil és instabil csillagok: Szimán Oszkár. Az amatőr megfigyelések értékelése: Ponori Thewrewk Aurél. A modern csillagászat születése: Horváth Árpád. Katasztrófák a csillagok világában: Róka Gedeon. A mai rakéták teljesítőképessége: Nagy Ernő. Az atom belső szerkezetének mai képe: Pócs Lajos. A Nemzetközi Geofizikai Év törekvései és eredményei: Flórián Endre.

Mindkét sorozat előadásain (összesen 21) az átlagos hallgatói létszám 50 fő körül volt.

3. Szabadtémájú klubesték

Ezt a megbeszélést azért rendszeresítettük, hogy a csütörtöki sorozaton felmerült kérdéseket részletesebben meg lehessen vitatni. Itt adhatták elő a résztvevők magukkal hozott kérdéseiket, amelyekre az Uránia munkatársai válaszoltak. Ebben a munkában főként Bartha Lajos, Gauser Károly és Ponori Thewrewk Aurél voltak segítségemre.

Még mindig nem alakult ki az az eleven megbeszélési forma, mint amilyennek létrehozásakor elképzeltük, annak ellenére, hogy a kb. két óráig tartó megbeszélések első részét az újdonságok referátumával igyekeztünk színesebbé tenni. Minden bizonnyal abban kell keresnünk ennek okát, hogy a klubesték időpontját a szombat estében nem jól választottuk meg.

4. Napfoltbemutatók

E beszámolási időszakra esik a napmegfigyelés történetének legerősebb naptevékenysége. Többször előfordult, hogy a Nap felületén szabad szemmel látható foltok voltak. A számos rádió- és újsághír az érdeklődést a Nap felé irányította. Ezért az érdeklődők számára Bartha Lajos bevezette a vasárnap délelőtti napfoltbemutatót. Anélkül, hogy ezt propagáltuk volna — hiszen csak a kapura kitett cédula értesítette erről a járókat —, vasárnaponként többen betértek a napfoltok megtekintésére.

5. Tanfolyamok

Az Urániában állandóan folyik a bekapcsolódó fiatalok képzése. Ez a munka nincs időhöz kötve, a bemutatók, előadások és a megfigyelések alkalmait használjuk fel erre. Sokat foglalkozott a fiatalokkal Bartha Lajos, aki a napfoltmegfigyelésbe is bevonta őket.

Kétórás tanfolyamot hirdettünk a budapesti pedagógusok számára ez év márciusában, amelynek tárgya kézi mikroszkóp készítése volt. Mintegy 90 pedagógus vett ezen részt. Célunk az volt ezzel, hogy a mikroszkóp- és távcsőépítést vigyék át az általános és középiskolák szakköreinek keretébe. Az Uránia ehhez a munkához félkész elemeket bocsát rendelkezésre.

Most hirdettük meg a bolttal együtt az egy-egy hetes mikroszkóp- és távcsőépítési tanfolyamot. Ennek résztvevői két mikroszkópot négyféle variálható nagyítással (38×, 80×, 100×, 218×) és két távcsövet visznek magukkal haza.

Tervbevevttük más témájú, szorosabban csillagászati tárgyú tanfolyamok, szakkörök meghirdetését is.

6. Felvilágosító munka

Az Uránia kötött idejű programjai még nem merítik ki ismeretterjesztő munkánkat. Reggeltől estig telefonügyelet van, naponta számos kérdéssel keresnek fel bennünket. Ezek egy része aktuális, más része általános jellegű. Igen számos esetben kell telefonon át üzemben, hivatalban dülő csillagászati vitát eldönteniük. De sok esetben hozzáink fordul felvilágosításért a Tudakozó Iroda, amely minden hozzáérkező kérdésre választ kíván adni.

Számosan keresnek fel bennünket személyesen. Előszóval mondják el elgondolásaikat, vagy olvasmányaikhoz kiegészítő magyarázatot kérnek. Egyre több azoknak száma, akik optikai kérdésekkel fordulnak hozzánk, mert házilag mikroszkópot, távcsövet vagy más optikai eszközt építenek.

Ebbe a munkakörbe illesztjük bele az 1958. május 23-ától június 2-áig tartó, Ipari Vásáron végzett munkánkat. Munkaközösségünk megbeszélésén Moisza János ötlete volt, hogy menjünk ki egy távcsővel az Ipari Vásárra, és előadásokkal kísért bemutatásokon beszéljünk a Napról, a Holdról és a Jupiterről. A szervezés fáradtságos munkáját is Moisza János vállalta.

A Vásár közönsége nem várt érdeklődést tanúsított. Két eső nap ellenére néhány híján 7000 látogatója volt a bemutatásoknak. Nappal a napfoltokat, este a Holdat és a Jupitert mutattuk be. A látogatók zöme vidéki volt.

7. Az Uránián kívül tartott előadások

Munkatársaink tevékenységének tetemes részét teszik a meghívásra tartott előadások. Ez a munka állandó jellegű annyiban, hogy ha nincs is különösebb aktualitás (üstökös, mesterséges hold), kijárnak az üzemekhez, hivatalokhoz, iskolákhoz, s ott tartanak előadásokat. Ezeket az előadásokat az Előadásrendező Iroda intézi a vállalatok és intézmények kultúrfelelősével karöltve.

Különösen sok előadást tartottunk 1957 októberétől kezdve az első mesterséges hold felbocsátása után. Sokkal több volt az igény, mint amennyit ki lehetett elégíteni. Nemegyszer előfordult, hogy egy-egy előadónak egy nap két előadást is kellett tartania. Velem együtt főként Gauser Károly, Bartha Lajos és Ponori Thewrewk Aurél tartott több előadást.

A minisztériumok, honvédségi alakulatok, iskolák, intézmények és üzemek kérték ezeket az előadásokat. Helyileg Budapest, a permvárosok és a vidéki városok voltak a színhelyei.

Ezekről az előadásokról a Központ és a megyei szervezetek számolnak be.

8. Tudományos munka

Az Uránia fonnállása óta mindig folyt bizonyos mértékű tudományos tevékenység. Ezek végzésére alkalmazottat biztosítani még nem tudtunk, ezért ezt a munkát az idők folyamán bizonyos öletszerűség és alkalmosság jellemzi. Ezt az alkalmosságot sok esetben külső körülmények határozták meg. Egyik ilyen körülmény az, hogy Urániánk terasza igen szűk. Csak egyetlen nagyobb műszer nyerhet rajta elhelyezést, ami viszont elsősorban a bemutatás célját szolgálja. A bemutatások pedig a késő esti órákig lefoglalják műszerünket. Ez a tény és a Geofizikai Év kívánalmait magyarázzák, hogy az elmúlt időszakban tudományos munkánk zömét a Nap megfigyelése adja. A műszerfeltételeket még csak biztosítani

tudnánk, de amíg a terasz bővítése nem következik be, megfelelő észlelő hely nem áll rendelkezésünkre.

Beszámolójában Bartha Lajos rámutat még egy másik lényeges hiányra is. Az Urániának nincsen kerete külföldi könyvek és folyóiratok beszerzésére. Ezt a hiányt tudományos és népszerűsítő munkánk egyaránt megérzi.

A könyveket és folyóiratokat munkatársaink saját költségükön szerzik be.

Mindezen hiányosságok ellenére a tudományos jellegű munka az elmúlt időszakban sokkal elevenebb volt, mint eddig.

A *napészlelő csoport* 1957 szeptemberében kezdte meg működését. Az észlelő csoportban Bartha Lajos vezetésével Gauser Károly, Thaly Koppány, Szántó András és Fejes Imre vettek részt.

A megfigyelések az Uránia 20 cm átmérőjű Heyde refraktorával történnek. A műszerre kivetítő ernyőt szereltünk, és a Nap képét 25 cm átmérőben kapjuk. A Nap képet minden észlelési napon rajzon rögzítjük. A megfigyelések a napfoltokra és a fáklyákra terjednek ki. A foltszámláláson kívül tekintetbe vesszük a keletkező és elhaló foltok és a centrálzónába lépő foltok számát. A beszámolási időszakra összesen 163 napon 227 megfigyelés esik. Ezek megoszlása: Bartha 53, Gauser 83, Thaly 89 és Szántó 2.

A megfigyelések eredményét feldolgozás után a „Havi Jelentés”-ekben tesszük közzé, és több hazai és külföldi intézménynek megküldjük. Cserepéldányokat a zürichi Eidgenössische Sternwarte, a Deutsches Wetterdienst, a Központi Fizikai Kutató Intézet, az Országos Meteorológiai Intézet és a Geofizikai Intézet küldött, illetve ígért. Az ORFI kórház naponta telefonon kapja meg az észlelési adatokat, s azokat orvosteleológiai kutatásokhoz használják fel.

Feldolgozás céljából a miskolci és a szombathelyi Uránia is átadta észleléseit. A miskolci Urániában már évek óta folyik rendszeres napészlelés.

Szervezés alatt áll a napészlelés Kalocsán és Baján.

Napészlelő csoportunk nagyon hiányolja egy külön napészlelő műszer és egy heliográf felszerelését.

Bolygó és üstökös észlelések. Még 1957 augusztusában 13 alkalommal sikerült az 1957d Mrkos üstököst megfigyelni. Az észlelések a központi mag fényességére és a csóva hosszának mérésére terjedtek. A fotometrikus méréseket Bartha és Fejes végezték.

1958 májusában és júniusában 35 esetben készítettünk rajzot a Jupiter felhősávjairól (Bartha 33, Thaly és Fejes 2). A megfigyelés célja a Jupiter felületének változása és a naptévekenység összefüggésének kutatása.

Befejeződtek a Mars hósapkái és a naptévekenység kapcsolatára vonatkozó vizsgálatok (Bartha). Sikerült kimutatni, hogy a hósapkák kiterjedése a naptévekenység maximuma és minimuma idején a legnagyobb, s a felszálló és leszálló tevékenység idején a hósapkák kiterjedése kisebb.

Holdvizsgálatok. Az Atlas és Herkules kráterek belsejében levő foltok változásaira vonatkozó megfigyelések eredményeit a *Die Naturwissenschaften* 1958. júniusi száma ismerteti. Ebben a munkában Bartha, Edelényi és Thaly vettek részt. Bartha feldolgozta az Aristarchos kráter fénylésére végzett megfigyeléseket, s az eredmények a *Die Sterne* folyóiratban kerülnek közlésre.

Az 1957. május 13–14-i teljes holdfogyatkozás 11 megfigyelését (Bartha, Szántó, Ponori Th.) most dolgozzuk fel. Jáger Tamás és Piret Endre fényképfelvételeket készítettek. Ponori Th. Aurél úgy találta a kimérésekből, hogy a Föld árnyékának kiterjedése 1,8%-kal nagyobb volt az átlagosnál.

Változócsillag észlelés. 1957 októberétől 1958 januárjáig Bartha, Fejes, Szántó és Thaly 68 változó fényességmeghatározást végeztek főként szabálytalan és RV Tauri típusú csillagokon.

Ionoszféra észlelések. Jáger és Piret teljesen újjáépítik az Uránia tér-erő-mérő berendezését. A Meteorológiai Intézet kérésére és támogatásával a műszer egyszerre 6 állomás térérőadatainak regisztrálását fogja végezni.

Piret és Bartha befejezték a naptevékenység rövid periódusai és az ionoszféra-zavarok összefüggésére vonatkozó vizsgálataikat. Sikertült egy új jelenséget kimutatni, amit ők „tangens effektusnak” neveztek el.

Egyéb munka. Bartha és Gauser befejezték a meteorrajok és a csapadégyakoriság kapcsolatának kimutatására irányuló vizsgálataikat. Eredményeik jó egyezést mutatnak Bowen ausztráliai kutató megállapításaival.

9. Irodalmi tevékenység

Nyomás alatt van Kulin—Zerinváry „A távcső világa” c., új kiadású könyv, amit nevezeteken kívül Róka Gedeon, Bartha Lajos, Gauser Károly, Hernádi Károly és Orgoványi János irtak. Kulin szerkesztésében több kisebb optikai füzet jelent meg az Uránia ismeretterjesztő bolt sokszorosított kiadásában. Az Uránia munkaközössége részt vett az 1959-es Csillagászati Évkönyv grafikónjainak és táblázatainak elkészítésében.

Az *Élet és Tudomány*, a *Természettudományi Közöny* több cikket közölt Bartha, Gauser, Kulin és Ponori Th. tollából.

Számos népszerűsítő cikket írt Gauser különböző napilapokban.

Az elmúlt időszak alatt több rádióelőadást tartott Bartha és Kulin.

10. Levelezés

Az Uránia munkatársai a felsorolt munkákon kívül az egész ország érdeklődő közönségével tartanak fenn kapcsolatot levelezés útján. Számos beérkező szakkérdésre adtak választ az elmúlt időszak folyamán is.

11. Filmvetítések

Az Uránia a Gellérthegy oldalában fekszik. A környéken nincs kultúr-intézmény. Reánk hárul a feladat, hogy a Társulat profiljába vágó területeken a művelődés ügyét szolgáljuk. Csillagászati bemutatásainkat ezért Kováts Béla kezdeményezésére összekapcsoltuk természettudományos filmek vetítésével. Ez a mindennapos bemutatások szerves részeként külön belépődíj nélkül történik. Fő célja az, hogy helyiségeink szűk volta miatt a látogató közönséget meg tudjuk osztani és a várakozási idő ne teljék el haszontalanul.

Mint ahogy az Uránia nemcsak derült napokon, hanem mindennap az érdeklődők rendelkezésére áll, az előadások, szaktanácsok és ezzel együtt a filmvetítés is mindennap folyik.

A filmvetítés sok új érdeklődőt vonzott, és nagyban emelte az Uránia forgalmát.

12. Az Uránia műhelye

Néhány évvel ezelőtt az Uránia műhelyének tevékenysége távcső-tükrök készítésére és néhány csillagászati távcső készítésére korlátozódott. Miután felismertük, hogy az ismeretterjesztésnek igen hatásos szolgálatát jelentik az optikai eszközök, bevezettük azok készítését.

A Magyar Optikai Művek által rendelkezésre bocsátott csökkent értékű optikákat mint alkatrészeket külön árusítja az ismeretterjesztő holt, a műhely viszont ezeket mikroszkópokká és távcsövekké dolgozza fel.

Ma már széles körben ismeretesek az Uránia kézi mikroszkópjai és a töltőtoll alakú zsebmikroszkóp. Ennek műanyagteste is a műhelyünkben készül. Újabb cikkünk az Uránia Kismindenes, amely egyben lupe, mikroszkóp és távcső. Elkészült két újabb típusú távcső: az Uránia Kisdobos és az Uránia Úttörő távcső. A Kisdobos 4-szeres nagyítású Galilei-féle, az Úttörő 10-szeres nagyítású földi távcső.

Az Uránia műhely készíti mikroszkópmetszeteket is. Eddig három sorozat jelent meg, minden sorozatban 10 különféle metszettel.

Az összeállítandó eszközök optikai elemei nem mindig szerepelnek a MOM katalógusában, ezért az Uránia új lencséket is készít. Ezeket használjuk fel a mikroszkópok hiányzó lencséinek pótlására és az egyszerűbb okulárokhoz.

A műhely nagyító- és vetítógép kombinációja az ismeretterjesztés munkájában különösen jó szolgálatokat tesz.

Az Uránia műhelyének tevékenységét jellemezheti egyetlen számadat, mely szerint a beszámolási időszakban a műhely mintegy fél millió forint értéket termelt.

Az optikai amatőrök népes tábora magában foglalja népünk valamennyi osztályát és rétegét.

A műhely munkáját kiegészíti az ismeretterjesztő boltban hetenként tartott szaktanácsadási óra, ahol mindig számos érdeklődő vár feleletet barkácsolási problémáira. Leleményes munkások ötletéből sok olyan optikai eszköz származik, amelyek a termelő munkát segítik elő.

Statisztika

A beszámolási időszak kilenc és fél hónap. Ebben az időszakban az Uránia forgalma 26 521 fő volt 40 947 forint bevételi összeggel.

A havi látogatói átlag 2792, ami 12 hónapra átszámítva 33 504 főt jelentene. A forgalom tehát az előző évekhez képest növekedést mutat.

Ez a számadat csupán az Uránia bemutatásaira és az Ipari Vásárra vonatkozik. A beszámolóban felsorolt és az Uránián kívül tartott előadások résztvevőit számítva legalább kétszeresét tenné az a létszám, amellyel az Uránia munkatársai előadásaikon érintkezésbe kerültek.

Személyi ügyek

Az Uránia vezetője dr. Kulin György, pénztáros és adminisztrátor Kováts Erzsébet, gondnok Nagy Ferenc, műhelyfőnök Orgoványi János fél állásban. Optikai részleg vezetője Banai Ferenccé szerződéses, műhelyvezetésben helyettes Hertert Miklós szerződéses.

Munkatársak az ismeretterjesztésben: Bartha Lajos, Fekete Pál, Fejes Lajos, Fejes Imre, Gauser Károly, Hédervári Péter, Jáger Tamás, Kováts Béla, Moisés János, Piret Endre, Ponori Thewrewk Aurél, Thaly Koppány.

Vidék

A megyei szervezetekhez intézett beszámolót kérő levelünkre a beérkezett válaszok alapján közöljük a következőket. Ezek nem adnak teljes képet a vidéki szervezetek munkájáról, mert a kéziratleadás időpontjáig nem érkezett be minden jelentés.

Győrött a Wilhelm Pieck Vagon- és Gépgyárban működő csillagászati szakkör munkájáról kaptunk beszámolót. Példaként állítjuk ezt más gyárak dolgozói elé abban a reményben, hogy a jó példa követésre talál.

„Csillagászati szakkörünk 1955 októberében alakult 12 fővel azzal a céllal, hogy a haladó szellemű természettudományos ismereteket terjessze a gyári dolgozói között, távolabbi célkitűzése: amatőr csillagászok nevelése és képzése.

Az első két évben a kör tevékenysége a szakkörvezető dr. Horváth Árpád tanár előadásainak meghallgatásából és esetenként távcsöves bemutatásokból állott. Szakkörünk tagjainak létszáma 1957 végére 35 főre emelkedett. Jelenleg a létszám 45 fő, ebből a szakkört rendszeresen 20—25 fő látogatja. A szakköri foglalkozásokat a nyár folyamán is két hetenként megtartottuk.

1956-ban 17 szakköri foglalkozást tartottunk és több távcsöves bemutatást. A Mars földközelsége idején 600 fiatal és idős dolgozó látogatónk volt. Olyan kis lelkes társaság alakult ki, hogy elhatároztuk egy 30 cm-es távcső építését. A Newton rendszerű tükrös távcső mechanikai munkálatai gyors ütemben haladnak előre. Az optikai szerelést a budapesti Uránia végzi. A távcső birtokában reméljük, hogy szakkörünk is bekapcsolódik az országos megfigyelő hálózatba.

1957 kényyszerű fél éves szünete után júliusban indult meg a rendszeres szakköri munka. 10 szakköri foglalkozás volt. 27 szakköri taggal meglátogattuk az akadémiai Csillagvizsgálót. Decemberben mintegy 100 hallgató előtt dr. Kulin György tartott előadást a mesterséges holdakról és az űrhajózásról.

A két évi rendszeres nevelőmunkának köszönhető, hogy szakkörünk 2—3 tagja önálló előadást is tud tartani. Berke György tagunk, a központi szerzműzemünk technikusa elkészített egy 76 cm-es csillagtérképet. Úgy gondoljuk, hogy ezzel a magyar amatőr csillagászok között úttörő munkát végeztünk. Tervbevettük egy holdtérkép elkészítését is.

Szakkörünk közel 4000 forintos évi támogatást kap a Szakszervezet kulturális költségvetéséből. Ebből fedezzük a szakkörvezető tiszteletdíját, a filmkölszönést, szakfolyóiratok és könyvek beszerzését.

Miután megköszönjük dr. Horváth Árpád lelkes munkáját, és Pestre költözése miatt el kell búcsúznunk tőle, az ő nyomdokain kívánunk haladni Bodócs István vezetésével, kibővítve a szakkör tevékenységét optikai eszközök házi előállításával és különféle megfigyelésekkel.

A nagy távcső elkészülte után munkánkat ki tudjuk terjeszteni a nagyközönség és az iskolák széles rétegei felé.

Munkánk támogatásáért köszönetünket fejezzük ki a budapesti Uránia vezetőjének és Orgoványi Jánosnak, a műhely vezetőjének, a távcső rajzainak elkészítéséért és szaktanácsaiért.

Pothof Ferencné

a csillagászati szakkör vezetősége
nevében.”

Kalocsa

Egy lelkes diáktársaság kercsett fel bennünket, hogy a kalocsai történelmi nevezetességű Haynald Obszervatórium megmaradt épületeiben és távcsöveivel szoroznának bekapcsolódni a hazai amatőr csillagászati munkába. A lelkes kis gárda saját erejéből igyekszik rendbehozni a hiányosságokat és megkezdni a munkát. Vezetőjük, Székely Csaba beszámolójából idézünk.

„A csillagvizsgálót 1958. IV. 23-án vettük át. Az iskolai év alatt csak annyira takarítottuk ki, hogy a munkát megkezdhessük. Június 17—22-e között — a tanítás befejezése után — hoztam teljesen rendbe, a hiányos részek vakolásával és meszeléssel.

A csillagvizsgáló átvétele óta, ha nem is szervezetten, de voltak már látogatóink.

Az elmúlt két hónap alatt a nappali és esti bemutatásokon összesen 87 látogatónk volt, főként diákok. Nappal a napfoltokat, este a Holdat és a Jupitert mutattuk be.

Műszerünk 12 cm átmérőjű refraktor, s kb. 150-szeres nagyítást alkalmazunk.

Szakkörünkön belül két előadást tartottam az égi koordinátákról és a bolygók konfigurációjáról és a tömegvonzás Kepler törvényei és a Naprendszer címen.

A távcsőhöz egy fényképezőberendezést készítettünk el. A Nap fényképezése eredményesebb volt, mint a Holdé. Tervünk, hogy egy napkivetítő berendezéssel megkezdjük a napfoltmegfigyeléseket, és ezzel bekapcsolódjunk az országos megfigyelő hálózatba.

Terveink között szerepel egy óragép felszerelése, amihez a motorunk már megvan, napfoltmegfigyelés, térerősségmérés és szakköri foglalkozás keretében optikai eszközök házi készítése.

Székely Csaba
a szakkör elnöke.”

Kecskemét

A Bács-Kiskun megyei szervezetünk csillagászati szakosztálya 1957. júliustól 1958. júliusig terjedő egy év leforgása alatt 26 csillagászati témájú előadást tartott távcsöves bemutatással, 1227 résztvevővel. Ez a szám nem tartalmazza a mintegy 30 előadást, amely a mesterséges holdakról hangzott el, noha azok nagy részét szakosztályunk tagjai tartották. Ezeket az előadásokat a Megyei Pártbizottsággal és a Megyei Tanács Művelődési Osztályával közösen rendeztük és túlnyomórészt falusi dolgozók előtt tartottuk meg.

Igen sikeresnek mondható a minden évben megrendezett csillagászati hét mind látogatottság, mind pedig tartalmi színvonal tekintetében.

Sajnálatos, hogy bár megyei szervezetünk négy távcsővel rendelkezik, a csillagászati ismeretterjesztés majdnem kizárólag a megyei székhelyre korlátozódik, pedig a nagyközönség változatlanul nagy érdeklődést tanúsít a csillagászati témák iránt.

Csillagászati szakosztályunk tagjai az írásos ismeretterjesztésből is kivették részüket, amennyiben ebben az időszakban két kiadványt is készítettek, s mindkettő a „Bács—Kiskun megyei füzetek” sorozatában a Megyei Tanács Művelődési Osztálya kiadásában jelent meg.

A szakosztály néhány tagja tudományos jellegű munkát is végez. Dániel József a bajai Urániában rendszeres napfoltmegfigyeléssel foglalkozik, és vezeti a mesterséges holdak megfigyelését végző csoport munkáját. Magyar János pedig a Tudományos Akadémia Csillagvizsgálónak a napfoltok statisztikai vizsgálataiban vett részt.

Magyar János
szaktitkár, a csillagászati
szakosztály titkára

Miskolc

1. A miskolci Csillagászati Szakosztály Uránia Bemutató Csillagvizsgálója 1 db 20 cm átmérőjű bemutató reflektorral, 1 db 10 cm átmérőjű refraktorral és 4 db mesterséges hold-figyelő távcsővel rendelkezik. Ezeken kívül 2 db egyéni tulajdonban levő távcső is rendelkezésünkre áll, ezek segítségével vidéken tartunk távcsöves bemutatókat.

2. A csillagvizsgálóban „Csillagok Világa” címen előadássorozatot tartunk havonta kétszer. Összesen 24 előadást tartottunk 589 résztvevővel. Ezeken kívül 21 távcsöves bemutatót rendeztünk, amelyeken 454 fő vett részt.

3. Minden héten csütörtökön szakköri foglalkozás volt, amelyeken átlagban 25 tag vett részt. A szakkör keretében elméleti képzés, gyakorlati foglalkozás és tudományos kutatómunka folyt. Zerinváry Szilárd: A naprendszer élete és Voroncov-Veljaminov: Világmindenség című könyveket dolgoztuk fel. Gyakorlati képzés keretében a távcső építését oktattuk, meteorológiai és napfoltészlelés végzését tanfittottuk. Tudományos kutatómunka terén a szakkör tagjai rendszeresen végeztek meteorológiai és napfoltészlelést. Az elmúlt év folyamán 95 napfoltészlelési rajzot készítettünk.

4. Iskolák, üzemek és intézmények az elmúlt évben eléggé szóróványosan látogatták a csillagvizsgálót.

5. Borsod megye 71 községében tartottunk előadást a mesterséges holdról, melyeken összesen 10 683 hallgató volt jelen.

6. Üzemeknek, intézményeknek is tartottunk előadásokat, havonta 5—6-ot. Ezeken a létszám változó volt, éspedig 25—100 között.

7. Társadalmi munkában egy 40 cm átmérőjű távcső építéséhez fogtunk. Az állványzattal már készen vagyunk, most folyik a cső építése.

8. Szakosztályunknak 16 aktívan dolgozó szakosztályi tagja és 25 jó szakköri tagja van.

Szabó Gyula
szakoszt. titkár

Salgótarján

A Nógrád megyei szervezetnek nincsen csillagászati szakosztálya, ennek ellenére több csillagászati tárgyú előadás hangzott el. A Népfőiskolákon elhangzott előadásokat csak hallgatók látogatták, az üzemi kultúrotthonokban és egyéb helyeken tartott előadásokon elég nagy volt a létszám.

Az első negyedévben 34 előadás hangzott el 853 hallgató előtt. Nagy volt az érdeklődés a mesterséges holdak és az űrhajózás iránt.

Sajnos a felbresztett érdeklődést kevés előadónk miatt nem tudjuk kielégíteni. Az előadások címe egyébként: A Nap és földi hatásai, Naprendszer, Tejútrendszer, Az égitestek kora, A csillagos ég, Az új csillagászat megteremtői, Tájékozódás és Van-e a Földhöz hasonló égitest — voltak.

A második negyedévben kevés csillagászati előadás hangzott el és új téma sem merült fel.

Az érdeklődést igazolja, hogy Somoskőújfalun a vasutasok körében csillagászati szakkör alakult, amely távcsövet épít. Már néhányan be is léptek a Társulatba. A távcső elkészülése után megkezdhetjük a távcsöves bemutatókat is.

Örömmel vennénk, ha az előadások anyagát és vázlatokat kaphatnánk, mert ennek segítségével fokozni tudnánk a munkát és új érdeklődőket tudnánk bekapcsolni munkánkba.

Vadkerty Lóránt
megyei titkár

Szombathely

A szombathelyi Gothard Jenő Csillagvizsgáló ez évben is a Szombathely Város Tanácsa VB támogatásával rendszeres ellátmánnyal végezte munkáját. Ennek segítségével a főműszerünkön, a 25 cm-es tükrös teleszkópon több felújítást végeztünk. Kicseréltük a finommozgatás tengelyeit, üzembe helyeztünk két fotokamrát, az expozíciót villannyal oldottuk meg. Ugyancsak működőképes állapotba hoztunk két, Gothard által be nem fejezett, 65 cm gyűjtőtávolságú fotokamrát, s ezeket csillagfelvételekre kívánjuk felhasználni. Az óragép felújítása után egy órás expozíciót sikerült elérnünk. Főképpen vidéki bemutatások céljára felújítottuk a 8 cm átmérőjű refraktort.

Kiegészítettük a fotolaboratóriumot és a könyvtárat, a műhelybe szerszámokat szereztünk, hogy a javításokat helyileg végezhessük.

A Tanács négy munkatársnak biztosított havi tiszteletdíjat, akik más amatőrök bevonásával rendszeres munkát végeznek a csillagvizsgálóban.

Munkatársaink: Zsigmond Vilmos, Szabó Elemér, Tamás Lenke és a nyári időszakban Pomeisl Imre.

A budapesti Urániával kötött megállapodás értelmében a Nap észlelése 1958. június 1-től rendszeresen folyik.

Megbízást kaptunk a mesterséges hold megfigyelésére. Ez a csoport 10 főből áll, és a munka a kapott táviratok alapján dr. Detre László és Almár Iván személyes támogatásával, illetve irányításával történik.

A „Vasi Napok” alkalmával 10 napos kiállítást rendeztünk, ahol elsősorban Gothard Jenő munkásságát mutattuk be. De bemutatásra kerültek a Szovjetuniótól kapott holdkövető távcsövek, a csillagászat fejlődését szemléltető képek és könyvek. A kiállításnak mintegy 800 látogatója volt.

A csillagvizsgálót ez évben 2000-nél több látogató kereste fel, akiknek számára előadást, illetve távcsöves bemutatást tartottunk. Három alkalommal vidéken is tartottunk előadást, amelyeken 100—150 látogató vett részt.

Bencze Sándor

ISMERKEDÉS A CSILLAGÁSZATTAL

A szabad szemmel látható csillagászati jelenségekről

Először is vázlatos áttekintést óhajtunk adni arról, hogy távcső nélkül, szabad szemmel, egyszerű módszerekkel milyen csillagászati tüneteményeket vehetünk észre és milyen tudásra tehetünk szert, más szóval, hogy távcső nélkül, a közvetlenül látható jelenségek pontos adatainak összegyűjtésével mit tudhatna meg az ember, vagy tudhatott volna meg a Világmindenségről. Kíváncsú azonban, hogy közben több helyen a jelenségek mélyebb és igazi okait is felemlítsük.

Derült estén, ha a szabadban tartózkodunk, sokszor az első legmegragadóbb tüneteményt a lehulló csillagoknak látszó meteorok nyújtják. Ha csupán egy-egy pontos órával felszerelt és egymástól mondjuk mintegy 30 km távolra levő két megfigyelő mindössze azt jegyzi fel, hogy mikor és milyen irányban látott meteorokat, akkor már ezen adatok birtokában, egy kis elemi geometriai számítással bárki maga sikeresen megbecsülheti az egy időben látott fénylő meteorok távolságait. Sőt, ha a két megfigyelő egymástól való távolsága pontosabban ismert, és ha a megfigyelők be tudják rajzolni csillagtérképbe a meteorok pályáit is, akkor ez úton a legtöbbször már tudományos szempontokból is kielégítő pontossággal lehet a távolságokat meghatározni. Ilyen egyszerű észlelésekből jól tudott tény, hogy a meteorokat általában a külsőbb földi légkörben látjuk mozogni. Ha a mondottakhoz hasonló módszerrel (akár csak több laikus szemtanú közlése alapján) sikerül valamely meteor légkörünkben befutott pályájának elég hosszú szakaszát megállapítani, így már sok esetben a teljes pályára, ennek helyzetére és méreteire is következtetni lehet. Így biztonsággal tudjuk, hogy ha talán nem is minden meteor, de az észlelt meteorok zöme csoportokba, ún. rajokba „tömörülve” a Nap körül kering.

Bizonyos napokon különösen sok meteort lehet látni. Így egyike a legfeltűnőbbeknek az augusztus 12-e körüli meteorhullás. Az év bizonyos időpontjaiban rendszeresen megnövekedő meteorgyakoriság attól van, hogy ilyenkor Földünk közel kerül egy-egy, a Nap körül keringő meteorraj pályájához.

A jelenség addig ismétlődik, míg a meteorraj pályáját a köz-

lükbe jutó égitestek vonzása lényegesen meg nem változtatja. A Föld vonzása következtében évente sok esik le belőlük a földkéregre. Elvértve komoly rombolást is okozhatnak. Nagy részük azonban csak átrepül felső léggrétegeinken. Nagy sebességük és a levegővel való súrlódásuk miatt izzanak fel és világítanak.

Ahogy a meteorokó-, illetve fémdarabok lehullani látszó csillagok benyomását keltik, ugyanúgy tiszta véletlen, hogy az egész Földön szabad szemmel látható, kb. néhány ezer állócsillag között tekervényes úton mozgó öt fényes bolygó is teljesen a többi csillaghoz hasonló látványt szolgáltat szabad szemmel nézve.

A Merkúr és Vénusz bolygó csupán napkelte előtt, ill. napnyugta után rövid ideig figyelhető meg. Már ebből a tényből következik, hogy mindkettő a Föld-pályán belül kering a Nap körül. Nyilván a Naphoz legközelebbi mutatkozik különösen keveset: a Merkúr. A Nap—Föld távolság messzebb keringő fényes bolygók, a külső bolygók, a növekvő távolság sorrendjében: a Mars, Jupiter és Szaturnusz évente több héten át az egész éjszaka folyamán jól megfigyelhetők.

Az „állócsillagok” mind a Naphoz, míg a bolygók Földünkhöz hasonló és csupán a napfénytől világító égitestek, akárcsak a Föld körül mindössze 60 földugárnyi távolságban keringő Hold. Holdunk távolsága egyébként — a meteorokhoz hasonlóan — bizonyos kedvező helyzetben szabad szemmel történő észlelések segítségével már nagyságrendileg helyesen becsülhető meg.

Az a része a Holdnak, ahová nem esik közvetlenül napfény, sötét. A Nap, Hold és Föld viszonylagos helyzeteinek folytonos változása hozza létre a Hold mindenki által jól ismert fényváltozásait. Hogy a Hold sötét része, ha egészen halványan is ugyan, de azért mégis látható marad, az a Földről a Holdra jutó napfénytől van.

A szabad szemmel jól látható öt fényes bolygó már kisebb távcsövekben is nagyítva mutatkozik. Így (távcsővel) rögtön szembeötlő, hogy ahogy a Nap, a bolygó és a Föld egymáshoz viszonyított helyzete változik, úgy módosul a Merkúr és Vénusz fénylő alakja. Kissé még a Marsnál is észrevehető ez a jelenség. Tehát ezek az égitestek fényüket csak a Naptól nyerhetik. A Merkúr és Vénusz tökéletesen a Hold fényesség- és alakváltozását mutatja. Szabad szemmel ezt a jelenséget csupán a bolygók túl kicsi szögátmérői miatt nem fedezhetjük fel. A Jupiternek és a Szaturnusznak mind a Naptól, mind a Földtől való távolsága a másik három fényes bolygóhoz képest már annyival nagyobb, hogy gyakorlatilag mindig az egész félbolygó-felületet látjuk megvilágítva.

A Napot és Holdunkat leszámítva az égbolt szabad szemmel a többi bolygóról is lényegileg hasonló látványt nyújthatna, mint Földünkről, és Földünket is csak egyszerű bolygócsillagnak látnók. A nyu-

godtan végtelenül nagynak mondható távolságkülönbség az oka annak, hogy a csillagok és a bolygók közötti lényeges különbséget távcső nélkül nem vesszük észre azonnal. Az öt fényes bolygónál nagyobb távolságban mozog és szabad szemmel alig látszik az éppen ezért csak 1781-ben felfedezett Uránusz bolygó. A másodperceként 300 ezer km-t megtevő fénynek az Uránuszról Földünkig még három órára sincs szüksége, de már a legközelebbi állócsillagtól is több év kell ahhoz, hogy ideérjen.

Az „állócsillag” még ma is használatos elnevezés onnan ered, hogy a csillagok égbolton elfoglalt, egymásra vonatkoztatott helye még évszázadok múltán is látszólagosan azonos marad, és így régebben azt hitték, hogy egymáshoz viszonyítva valóban állnak. De néhány tízezredév leforgásával több állócsillag elmozdulását már szabad szemmel, mérés nélkül is jól észre lehetne venni.

Olykor, rendszerint néhány hétig, láthatunk még más „mozgócsillagot” is az égen: egy-egy üstököst. De olyan üstökös már egészen ritkaság, amelynek csóvája szabad szemmel is kivehető, és ezáltal különböztethető meg.

Egészen kivételesen előfordul, hogy úgy tűnik fel, mintha új állócsillag keletkezne az égen. Bizonyos idő múlva azonban ezek fényessége egészen lecsökken és a csillag a szabad szemnek legtöbbször többé láthatatlan marad. A látszatnak megfelelően nova, azaz „új” elnevezést adtak az ilyen állócsillagoknak. De a távcső alkalmazása óta kiderült, hogy szó sincs arról, hogy ilyenkor új csillag keletkezne, hanem mindössze egy-egy igen halvány állócsillag fényessége növekedik meg átmenetileg abnormisan. Kisebb-nagyobb, legtöbbször elég szabályosan ismétlődő fényességingadozást — szabad szemmel is — sok csillagnál lehet tapasztalni. Ezek a változócsillagok.

Arról, hogy az egész égbolt mint szilárd gömb forog, már néhány óra alatt minden kétséget kizáróan könnyűszerrel meggyőződhetünk. Az észak—dél vonaltól keletre fekvő látóhatáron folytonosan új csillagok „kelnek fel”, s a nyugati oldalon eltűnnek csillagok, „lenyugszanak”. Földünk északi felén északra tekintve a földrajzi szélességgel egyenlő látóhatárfeletti szögmagasságban van egy fényesebb csillag, amely mozdulatlanak mutatkozik, nem vesz részt a többi csillag együttes mozgásában: a Sarkcsillag. Az éggömb forgása nagyjából olyan, mintha a Sarkcsillag és a Föld összekötő egyenese mint tengely körül történe. A csillagok mind körívek mentén haladnak. Mindazok, amelyek földrajzi szélességünknel kisebb szögtávolságra fekszenek a Sarkcsillagtól, ekörül jól észrevehető köröket írnak le, és sohasem nyugszanak. Közismert, hogy az égbolt most vázolt látszó mozgása a Föld forgását tükrözi vissza. A Föld északi és déli sarkait meghatározó forgási tengely a Föld északi sarka felett az éggömbnek arra a pontjára

mutat, amelyet az ég északi sarkának nevezünk. Szigorúan véve tehát, amit az imént a Sarkcsillagról mondtunk, tulajdonképpen erre a Sarkcsillagtól kb. $\frac{1}{2}$ távolságra fekvő égi pólusra vonatkozik.

Ha rendszeresen, mondjuk hétről hétre figyeljük az eget, úgy nem sok idő kell ahhoz, hogy észrevegyük, hogy az esti szürkületben a nyugvásban levő csillagok egyre korábban és korábban tűnnek el, hamarabb nyugszanak. Ezzel szemben hajnal felé keleten a megelőző estéken nem látott csillagok kelnek. Ugyanezen jelenség egy más megnyilvánulása az a szintén elég egyszerűen észrevehető tény, hogy a csillagok a Föld felületére merőleges észak—dél irányban álló képzeletbeli síkon (egy ilyen helyzetű épületfal meghosszabbításának irányában) napról napra kb. 4 perccel korábban haladnak át, vagy ha a Sarkcsillag körül körbe járni látszó csillagokat tekintjük, azt tapasztalhatjuk, hogy egy teljes kör megtételéhez szükséges idő kb. 4 perccel rövidebb, mint egy nap. Az így adódó időtartam a csillagnap (ennek 24-ed része a csillagidő óra stb.). Mint ismeretes, az égbolt ezen második látszó mozgása a Föld Nap körüli keringésének a következménye. Az említett sík a megfigyelőhely meridián-síkja. Szakszerűbben kifejezve: az égi pólusokon, a Föld középpontján és a zeniten áthaladó sikként adható meg. Valamely hely zenitjén pedig a Föld középpontja felé mutató függőön által meghatározott egyenesnek az éggömbbel való, fejünk feletti metszéspontját értjük.

Földünk különböző vidékein a csillagok láthatósági viszonyait egyedül a földrajzi szélesség határozza meg. Mint már említettük, ettől függ azon göbmsüveg nagysága, amelyben a soha le nem nyugvó, ún. circumpoláris csillagok vannak. Az ellentétes, ugyanakkora göbmsüvegű égrész csillagai viszont sohasem kelnek fel. E két göbmsüveg között fekvő gömbövbé eső csillagok az év folyamán bizonyos ideig mind láthatók lesznek. Csak az egyenlítőn levő megfigyelő láthatja az év folyamán valamennyi csillagot, míg a Föld pólusairól az éggömb fele látszik. Ott a csillagok napi mozgása a zenit körül koncentrikus körök mentén, a látóhatárral, a horizonttal párhuzamosan megy végbe.

Az összetartozónak látszó csillagesoportokra, a csillagképekre nagyobbbrészt a népek mondakörében szereplő és főleg állatok és legondás emberek neveiből elnevezések alakultak ki. Ezeket itt-ott még ma is megtartjuk, ha az égnek valamely helyét csak közelítőleg akarjuk megjelölni. Az éggömbön fekvő pontos helyzet megadása a földrajzból ismert szélességi és hosszúsági körök analógiájára a rektaszcenziós és deklinációs körök segítségével történhetik a legegyszerűbben. A rektaszcenziós kezdőkörnek azt választották, amelyik az égbolt egy bizonyos kitüntetett pontján, az ún. tavaszponton halad át. Ezt a helyet a Nap látszólagos iránya jelöli ki a tavaszi napéjegyenlőség napján. Nappal a csillagokat egyedül Földünk légköre miatt nem

látjuk. A napsugár a levegőt alkotó gázrészecskéken, a levegő molekuláin és a lebegő porszemeken és vízcseppeken stb. annyira szóródik és ezáltal oly fényes lesz, hogy óriási mértékben túlsugározza a csillagok gyenge fényét.

A Föld napkörüli keringése folytán mindig más és más csillagképek kerülnek a napfelőli oldalra, és így ezek egy ideig láthatatlanok maradnak. Az éggömböt kettéosztó egyik síknak az éggömbbel való metszési köre mentén fekvő azon 12 csillagkép, mely előtt a Földről nézve a Nap az év folyamán elhalad, alkotja az állatövet, zodiákust. Ez nem esik össze az égi egyenlítővel, mivel a Föld forgási tengelye nem áll merőlegesen a keringési síkra, az ekliptika síkjára, hanem azzal $66,5^\circ$ szöget alkot. A nappalok hosszának és az évszakoknak váltakozását ez okozza. Ha a Nap az égi egyenlítő és az ekliptika köreinek a metszéspontjaiban tartózkodik, a nappal hossza egyenlő lesz az éjjellel: ekkor van a tavaszi és az őszi napéjegyenlőség ideje.

A Föld forgástengelyének iránya a térben nem állandó, hanem több oknál fogva lassan változik. Ezen mozgások legnagyobbika abból áll, hogy a tengely állandóan megtartva az ekliptika síkjához való hajlásszögét, egyik irányban folytonosan elmozdul, perszessziót végez. Ennek következtében az égi pólus $90^\circ - 66,5^\circ = 23,5^\circ$ sugarú körön mozog és a Sarkcsillag elnevezést is tulajdonképpen mindig más és más csillagnak kell átadni. A mozgás periódusa kb. 26 000 év. Az égi pólus ezen elmozdulása következtében mozog az égi egyenlítőnek az ekliptikával való metszéspontja is, tehát a tavaszpont. A csillagokhoz képest a tavaszpont eltolódása évente egy ívpercenél nem sokkal (kb. $\frac{1}{6}$ ívpercel) kisebb.

A csillagászati észleléseket légkörünk két különböző hatása lényegesen befolyásolja. Az egyik a refrakció, a másik az extinkció. A refrakció azáltal jön létre, hogy a légkör sűrűsége a magassággal csökken. Így, ha a fény különböző állapotú rétegeken halad át és nem merőlegesen megy keresztül a határfelületeken, töréseket szenved. A kis törések összegeződnek és eredménye az, hogy a zenitet kivéve más irányból jövő csillagfény nem egyenes vonal mentén halad légkörünkben és így a csillagokat a valóságos helyüktől eltérőleg, kissé a zenithez közelebb látjuk. Az eltérés és az eltérésnek a horizont feletti magassággal való változása a legnagyobb a horizont környékén. A refrakció a horizontban: $35'$; 2° horizon feletti magasságban csak $18'$; 40° -nál $1'$.

A refrakció miatt látszik a Nap és a Hold korongja a horizon közelében, tehát közvetlenül kelés után és nyugvás előtt erősen lapultnak. A refrakció ugyanis ott változik a legrohamosabban a horizon feletti magassággal és így a Nap és Hold korongjának magasabban levő peremét az alsó pereméhez képest már feltűnőbben kevésbé emeli meg. A refrakció miatt van az is, hogy teljes holdfogyatkozásakor a Hold még

mindig jól látható marad. Holdfogyatkozás természetesen akkor jön létre, ha a Nap és a Hold közé kerül a Földünk. A Hold földközeli pályájának síkja nem esik egybe a Föld napközeli pályasíkjával. Ezért nincs minden holdtölte alkalmával holdfogyatkozás. A Hold távolsága és így átmérője is, mint jeleztük már, egyszerűen kiszámíthatja, hogy a Föld geometriai árnyékkúpjának csúcsa mindig jóval a Holdnál messzebbre esik. A refrakció miatt azonban az árnyékkúp szélén a napsugarak 1° -nál nagyobb törést szenvednek, és ezért a geometriai árnyékkúp vége, tehát ott, ahol a teljes sötétség végződik, kisebb távolságban fekszik Földünkötől, mint a Hold.

Az extinkciót az okozza, hogy a zenitől távolodva, a csillagok fénye mind hosszabb és hosszabb utat tesz meg a levegőben, és ezért fényességük a horizonfeletti magasság csökkenésével együtt fogy. A csillagok fényességét sajátságos fokozatú skálában szokták megadni. Ez a fényrend, vagy más néven magnitúdóbeosztás. Eszerint a fényrendkülönbség akkor egy (1^m), ha az intenzitások viszonya 2,512. A skála 0-pontját nagyjából úgy határozták meg, hogy a szabad szemmel még éppen látható csillagok a hatodrendűek. A fényes Sarkcsillag másodrendű. A legfényesebb égitestek besorolásához a skálát a 0-n át a negatív számok felé is ki kellett terjeszteni. A fényrendek bevezetésével az extinkció mértékéről a következő számadatok tájékoztatnak. A horizonban 5^m , 2° horizonfeletti magasságban kb. 3^m , 10° -nál 1^m ; a zenit felé haladva az extinkció mindinkább elhanyagolhatóvá válik. 20° -os zenittávolságban már mindössze 0,01 m . Az extinkció horizonkörnyéki nagy értéke teszi lehetővé, hogy a felkelő és a lenyugvó Napba szabad szemmel közvetlen belenézessünk. Ilyenkor néha jól kivehetően sötét foltokat láthatunk a Napon.

A bolygók és a Hold nagyjából mindig az állatöv mentén látszanak. Ebből rögtön az következik, hogy pályasíkjaik közel az ekliptika síkjával esnek egybe. Az ekliptika környékén még egy érdekes és napkelte előtt vagy napnyugtá után észlelhető, a horizonról felnyúló jelenséget láthatunk, az állatövi fényt. Nálunk (nyugaton) március elején, (keleten) szeptemberben figyelhető jól meg. Az ekliptika és a horizon által bezárt szög naplemente után, ill. napkelte előtt ilyenkor elég nagy ahhoz, hogy az extinkció ne oltsa ki túlságosan a viszonylag gyenge állatövi fényt. Kedvező észlelési alkalmakkor egyébként fényessége a Tejútét is felülmúlhatja. Közbevetőleg itt jegyezzük meg, hogy a Tejút, ez a nagyjából az égboltot egy szélesebb, szabálytalanul kettéosztó öv, első pillanatra fénylő, ködszerű valaminek látszik. De különösen szép időben, egyes részei mégis sok apró, halvány csillag sűrűsödésének is felcigható. Mindenesetre tény az, hogy a távcső alkalmazása előtt is előfordult már olyan nézet, amit a távcsövek egyszerűen

igazoltak, hogy a Tejút tündöklő övét látszólagosan közeli, igen halvány csillagok sokasága hozza létre.

A trópusokon, ahol az ekliptika majdnem állandóan merőlegesen áll a horizonra, mindenkor jól látszik az állatövi fény.

Ma tudjuk, hogy az állatövi fény nem más, mint az ekliptika síkja környékén igen kis sűrűségben elszórt porszerű anyagról visszaverődő napfény. Ez az interplanetáris porfelhő lehet hogy kettős gyűrűalakban helyezkedik el és valószínű, hogy kapcsolatban áll a Nap legkülső léggrétegével. A földpályán belüli része ennek a kettős gyűrűnek okozná az állatövi fényt, míg a külső nagyjából a Mars és Jupiter pályái között terül el, és onnan ered az állatövi fénynél sokkalta kevésbé szembetűnő ún. ellenfény. Az ellenfény a Naptól a Föld felé vonható egyenes meghosszabbításának irányában látható. Előnyös esetben 10—20° széles és 30—40° hosszú, igen halványan fénylő diffúz foltként vehető észre, és legjobban természetesen akkor, ha az ekliptika magasan áll a horizon felett, tehát nálunk télen és éjfélkor.

Gyakran megesik, hogy a Hold eltakar egy-egy csillagot. A csillagok eltűnése és kibukkanása a holdkorong szélén pillanatszerűen, minden átmenet nélkül megy végbe. Már ebből az egyetlen tényből tudjuk, hogy a Holdnak számottevő légköre nem lehet, máskülönben a csillagok csak fokozatos fényességgyöngülés után tűnhetnének el. Egyébként megemlíthetjük, hogy az ilyen csillagfedések idejének egyszerű feljegyzése már a legértékesebb adatokat szolgáltatja a Hold pozíciójának meghatározásához.

Ha Holdunk a Napot takarja el, akkor napfogyatkozásról beszélünk. Mivel mind a Hold, mind a Föld a Föld ill. a Nap körül ellipszisek mentén mozog, ezért a Hold és Nap távolsága és ennek következményeként ezen égitestek látszólagos átmérői is állandóan változnak. A Napnál ezen változás 32,6'—31,6', a Holdnál pedig 33,6'—29,4' határok között ingadozik. Tehát a holdkorong egyszer kisebb, máskor nagyobb a napkorongnál. Amikor a Hold látszó átmérője nem kisebb, mint a Napé, úgy néhány percre, maximálisan mintegy 7,5 percre, egészen elfedheti a Napot. Ha ez következik be, a napfogyatkozás teljes. A holdkorong azonban, amint a fenti számadatokból is azonnal látható, éppen csak el tudja takarni a Napot, és ezért nyilvánvaló, hogy ez egy időben csak Földünk egész kis területére nézve következhet be. Ennek a területnek az átmérője a legtöbbször nem több, mint 250 km. Ezen teljes napfogyatkozási zóna körül mintegy 3000 km távolságban a fogyatkozást részlegesenek láthatjuk. A Hold a Napnak csak egy részét takarja el ezen nagyobb területről nézve. Nyilván, minél közelebb vagyunk a teljességi zónához, annál kisebb lesz az a sarló alakú rész, amely a fogyatkozás alatt a napkorongból fénylő marad. Előfordulhat természetesen az is, hogy a fogyatkozás sehol sem teljes. A részleges

napfogyatkozás különleges fajtája a gyűrűs napfogyatkozás, amikor is a legnagyobb takarás időpillanataiban is még a napkorongból egy gyűrű alakú rész látható marad. Könnyű belátni, hogy a napfogyatkozásokkal ellentétben a holdfogyatkozások mindenütt egyszerre láthatók, ahol csak a Hold a horizont felett van.

Teljes napfogyatkozáskor, és csak ekkor, látható szabad szemmel a Nap külső légköre, az ezüstös, kékesfehér fényben tündöklő, sugaras szerkezetű és kb. fél telihold fényességű napkorona és a korona belsőbb részeiben az igen változatos alakot öltő vöröses protuberanciák. Ha esupán szabad szemmel teljes napfogyatkozáskor állna módunkban ezen napjelenségeket megfigyelni, több évszázad leforgásával, ha a látottakat hűen leírva tanulmányozhatnók, már így is sok minden figyelemre méltót lehetne megállapítani. Hogy sohasem teljesen egyformák ezen külső naplégköri képződmények, ezt már rövid idő alatt is meg lehet állapítani. Tehát a Nap külső burkai szüntelen változásban vannak. A koronasugarak szerkezetének módosulása és ennek egy kb. 11 évenként ismétlődő szakaszos változása is szembeszökő.

Napfogyatkozás nélkül, szabad szemmel magán a napkorongon is észre lehet venni változásokat, foltokat. Kb. 11 évenként egy-két évig fordulhat elő néhányszor, kb. 1—1 hétig ez az eset. Ilyen években a napkorona sugarai nagyjából minden irányban egyforma távolságra, általában egy-két napátmérő távolságig láthatók jól, és hozzávetőlegesen körszimmetrikusnak mutatkoznak. Míg 5—7 évvel később a napkorona már nem körgyűrűszerű, hanem két oldalra hosszan elnyúlt alakú.

A protuberanciák szakaszos változásairól már nehezebb volna egyedül napfogyatkozások révén és szabad szemmel valami érdemlegesebbet megállapítani. De magát azt, hogy ezek néha igen gyorsan keletkezhetnek és feloszolhatnak, erről véletlen szerencse folytán már egyetlen napfogyatkozás is példával szolgálhat. Ha a fogyatkozást két megfigyelő távoli helyről szemléli és így kissé különböző időpontban látják a holdperem szélén a Nap külsőbb légrétegeit, előfordulhat, hogy az egyik megfigyelő még (vagy már) lát egy feltűnőbb protuberanciát, míg a másik már (vagy még) nem. Tehát a keletkezés és elmúlás néha percek alatt is lejátszódhatik.

Az eddigiekben vázlatosan felsoroltuk a szabad szemmel látható csillagászati jelenségeket, és a közvetlen láthatókhöz kapcsolódva több kiegészítő megjegyzést fűztünk. Ezek általában még mind szintén igen egyszerű módon, de már csak a távcső igénybevételével állapíthatók meg. A következőkben röviden áttekintjük, hogy milyen volt a csillagászat és mit ért el a távcső feltalálása előtt.

A történelem előtti korok primitív embere számára az egyik legmegragadóbb természeti jelenség kétségtelenül a nappal és éjjel váltakozása volt. Ez a csillagászati tünemény, a Nap, valamint a Hold és a csillagok kelése-nyugvása, a Hold fényváltozásai, a fényes bolygók vándorlása az állócsillagok között, az évszakok egymás utáni rendszeres ismétlődése, egy-egy hold- és napfogyatkozás a legfeltűnőbb és legérdekesebb, az ember által feltétlenül az elsők között megfigyelt természeti jelenségek közé tartozott. Sőt mindezek bizonyára a szabadban élő nomád emberiség között sokkal szélesebb körben keltettek érdeklődést, mint manapság.

Az időszámításunk kezdete előtti néhány ezer év csillagászati hagyománya kísért a 12-es számmal. A tucatot még napjainkban is lépten-nyomon használjuk, az órák számlapját is általában 12 részre osztják. A 12-es több helyen szent szám volt, mivel egy esztendő nagyjából 12 hónapból áll; 12 teljes holdfényváltozás ismétlődik meg egy év alatt. A Holdnak az égboltozaton a csillagok közötti látszólagos körbevándorlása, ha a Naphoz viszonyítva számítjuk, kikerekítve 30 napra tehető. $30 \times 12 = 360$. S tényleg találunk adatokat, amelyekből valószínű, hogy volt hely, ahol kezdetben 360 napos évekkel számoltak. Innen ered a kör napjainkig is fennmaradt felosztása 360 részre. Egy fok a Nap égbolton való egy napi eltolódásának közelítő fokmérője. A foknak és órának felosztása szintén régi szokásban gyökeredzik, és a babiloni csillagászzal függ össze. Ők a napot 6 egyenlő részre osztották és minden részt 60 percre. A Nappal, Holddal és az öt szabad szemmel is szembetűnő bolygóval áll összefüggésben a hét és napjainak elnevezése. Sok nép nyelvén még ma is egyszerűen felismerhetjük a hét napjainak elnevezésében e hét égitest nevét. A hét zenei hang is ezekkel az égitestekkel áll kapcsolatban. A hetek bevezetése egyébként a Holddal függ össze, mivel az egyes hold-fázisok, azaz újhold, első negyed, utolsó negyed, telihold között kerekén 7—7 nap telik el.

A legrégibb csillagászati emlékek magától érthető módon kronológiai vonatkozásúak. Hiszen enélkül az események be sem volnának sorozhatók a történelembe. A csillagászat ezen első kezdetei nyilván még történelem előtti korból származnak, mivel kronológia nélkül nincs történelem. A csillagászat korai kifejlődéséhez kedvező talaj Földünk azon részein volt, ahol sokszor van derült, felhő nélküli éjjel. És különösen előnyös helyzetben voltak Mezopotámia és Egyiptom lakói. Ezeken a vidékeken borult nap átlag hatszor kevesebb van, mint pl. Európa középső és északi részén. A babiloniaknál a csillagászat már igen korán meglepő magas színvonalat ért el. A kaldeusok rend-

szeres csillagászati megfigyelései i. e. 5000 körül indulhattak meg, vagy még ennél is korábban. De valószínűleg igen régi a kínai csillagászat is és az időszámításunk előtti évezredek elején már India népeinek és a mayák elődjének, Közép-Amerika nagyműveltségű lakóinak is igen szép csillagászati ismereteik lehettek.

Az egyiptomi, valamint kaldeus papok feljegyzéseket készítettek a csillagok helyzetéről, fényességéről, felső delelésük (legnagyobb látóhatár, horizonfeletti magasságuk), feltűnésük és letűnésük idejéről. A babiloniai ékírásos irodalomban felhalmozott írásos anyagot még nem is dolgozták mind fel. E népek csillagászatáról ma még legtöbbet tulajdonképpen görög közvetítés révén ismerünk, de nem akarjuk ezzel azt mondani, hogy a görögök csillagászati tudásuk java részét nem önállóan fedezték volna fel.

Az i. e. 523. évről reánk maradt babiloniai táblák előreszámított, látszólagos bolygó-pozíciókat is tartalmaznak és megadják a fényes bolygók Naphoz viszonyított keringési idejét. Hogy a babiloni csillagászat értékességéről meggyőződhattunk, elég, ha összehasonlítjuk pl. a Merkúr keringési idejére talált értéket a XIX. században számított adattal. A különbség alig több egynegyed percnél. Kidinnu babiloni csillagász az i. e. II. században kitűnő holdmozgási táblázatokat készített. Pusztán magából e néhány tényből is következik, hogy Babilóniában a csillagászat magas fejlettségi fokon állt, már jóval a görögök műveltségének fénykora előtt. Az említett számítások csakis igen hosszú és rendszeres észlelési sorozatokon alapulhattak. Hipparkhosznak, a görögök legkitűnőbb csillagászának a tavaszpont vándorlására megállapított bámulatos pontos értéke sem érthető meg a babiloniai csillagászat nélkül.

Az egyiptomiak csillagászatáról már piramisaik felépítése is sokat elárul. Erős egyiptomi hatás mutatkozik Julius Caesar Sosigenes tanácsain alapuló naptár-reformjánál. Az egyiptomiak naptárukat az ég legfényesebb állócsillaga, a Szíriusz segítségével szabályozták. Ha egy csillag több havi láthatatlanság után először jelenik meg újból hajnali szürkületben a keleti látóhatáron, azt mondjuk, hogy héliákusan kel. Az egyiptomiak az év hosszát a Szíriusznak két egymást követő héliákus felkeléséből határozták meg.

A kínaiak ősi csillagászata is szép fejlődési fokra vall. Egyesek szerint talán ez a legrégebb. Fou-Hi i. e. 2850 körül csillagászati oktatást rendszeresített. I. e. 2608-ban csillagvizsgálót állítottak fel és rendezték a naptárt. A krónikák szerint egy napfogyatkozás elmulasztott előrejelzéséért két csillagászt végeztek ki i. e. 2069-ben Kínában.

Két oknak köszönhetjük a felemlített szép eredményeket. Az egyik a tudásból származó gyakorlati haszon. Így Egyiptomban a nép jóléte a Nílus medréből kihömpölygő víztől függött. Abban a korban a Szíriusz

héliakus kelése egyszersmind a Nílus áradásának az előjele volt. Így rögtön megértjük, miért volt számukra oly fontos a Szíriusz-év ismerete.

A csillagászat korai kifejlődésének másik oka a népek kezdetleges vallásaiban gyökeredzik. Képzeletükben az égitestek egybefonódtak istenségeikkel. A feltűnőbb csillagokat, de különösen a bolygókat, valamint a Napot és a Holdat a sorsukat irányító legfőbb istenségek megszemélyesítőjének tekintették. Világos tehát, hogy jövődjüket belőlük kívánták kiolvasni, és főleg emiatt figyelték meg oly gondosan az eget és összes változásait. Az emberiség élete akkor az évszakok váltakozásának nem befolyásolható uralmától függött elsősorban. A kaldeusok ezt különösen hamar észrevehették, valamint azt is, hogy az évszakok kezdetei és végei szorosan összefüggenek a csillagok láthatósági viszonyaival. Így fejlődött ki lassan az égitestek hatalmának hite.

Az egyiptomi, de főleg a babiloni csillagász-papok kezdték hirdetni, hogy az emberek, sőt népek sorsát meg lehet jövődni az égitestek állásából és járásából. Ők vetették meg a csillagjóslás, vagy elterjedtebb nevén asztrológia alapjait. Az asztrológia régi keletű még Indiában, Kínában és Perzsiában. Hódításait megtaláljuk a történelem folyamán később is majdnem mindenütt, mint az emberiség primitív vallásaival együtt keletkezett csökevényes maradványt. Sőt természet-tudományi műveltséggel nem rendelkező emberek körében ma is akadnak hívei, mégpedig nem is csekély számban.

Az asztrológia homályba burkolt, titkos hatalmat adott „tudósa” kezébe. Ezt tudatosan vagy öntudatlanul jól ki is használták a hiszékenyekkel szemben. Az asztrológia iránti rajongó tisztelet voltaképpen csak azután kezdett kissé alábbhagyni, miután a copernicusi tanok először mutattak rá Földünknek a világban elfoglalt, nagyon is szerény helyére. A korszellem kényszerítő súlyánál fogva azonban még később is előfordult, hogy kitűnő tudós, mint pl. Kepler, bizonyára meggyőződése ellenére sem zárkozhatott el a csillagjóslás elől.

Bármely kort nézzük is, mindig találunk, még a kiválóbb szellemű vezető egyéniségek között is olyanokat, akik csatlakoztak az asztrológusok táborához, de már a görög műveltség kibontakozása óta legálább ugyanannyian helyezkedtek ellentétes álláspontra.

Mai ismereteink alapján a leghatározottabban állíthatjuk, hogy az asztrológia tanításai teljes mértékben valótlanok és nélkülöznek bármiféle tudományos megalapozottságot. Sietünk azonban mindjárt hozzátenni, hogy ezzel nem akarjuk azt mondani, mintha nem lehetnének kozmikus hatások a Földön, amelyek az életet és az embert ma még ismeretlen módon befolyásolhatnák. Annyi azonban bizonyos, hogy ezen lehetséges hatásoknak a legcsekélyebb köze sincs az asztrológia tanaihoz. Az asztrológia napjainkban is lényegileg jó néhány

ezredévvel ezelőtt kitalált misztikus fogalmakkal és szabályokkal dolgozik.

Nem szabad azonban megfeledekeznünk arról, hogy a csillagászat azért mégis sokat köszönhet az asztrológiának. Hiszen, mint láttuk, kezdetben a kettő nem is volt egymástól elválasztható. Még a középkorban is több fontos csillagászati megfigyelést asztrológiai okokból foganatosítottak. Sok nélkülözhetetlen számtáblázat elkészítésére is ez adott ösztönzést.

Míg a babiloniak és a régi egyiptomiak általában megelégedtek azzal, hogy megfigyeléseket gyűjtsenek, és nemigen gondolkodtak, vagy csak keveset a világ felépítéséről, addig a görögök, éppen ellenkezőleg, főleg összefüggéseket kerestek, és értelmezni próbálták az észlelt jelenségeket. Azonban sokan közülük — kivéve talán az i. e. 300 körül keletkezett alexandriai iskola tudósai közül egynéhányat — a spekulációkat annyira túlságba vitték, hogy végül elvesztették a kapcsolatot a reális kiindulási alaphoz. Ez az irányzat a görög kultúra iránti nagy tekintély folytán egészen a XV. századig a haladásra bénítólag hatott. Még Kantnál is felismerhetjük nyomait. E sajnálatos kihatás, melynek káros következményeiért csakis az utókort hibáztat-hatjuk, főleg abban nyilvánult meg, hogy a görögöktől fennmaradt elméleteket vakon elfogadták és csalahatatlannak tartották.

Az ókor legismertebb, ha nem is legnagyobb csillagásza, Ptolemaiosz, az i. sz. II. évszázadban összefoglalta *Almagest* címen ismert hatalmas művében az akkori összes csillagászati ismereteket. Ptolemaiosz *Almagest*-jét, melyben a legtöbb megállapítás voltaképpen másoktól, jobbára Hipparkhosztól származik, a csillagászat első tan- és kézikönyvének mondhatjuk. Még több mint egy évezred múlva is a csillagászatban jóformán bibliaként szerepelt ez a munka. Sem elvenni belőle, sem hozzátenni nem mertek. Az első lényeges haladást Copernicus 1543-ban megjelent könyve („*De Revolutionibus Orbium Coelestium*“) jelentette.

Az *Almagest* elnevezés az arabokról maradt ránk. Ők a IX. században fordították le saját nyelvükre. Ptolemaiosz és Copernicus klasszikus műveinek megjelenése között eltelt időben az arabok foglalkoztak legtöbbször csillagászzal. Ez a korszak azonban nem termelt ki többet, mint a már nagyjából ismert számadatok, főként az egyes periódusok pontosabb megállapítását.

Ptolemaiosz és Copernicus tanai nem korlátozódtak egyedül a csillagászat területére, hanem az összes tudományokra kiható világnézetet jelentettek. Copernicus döntő fontossága a csillagászat szempontjából abban volt, hogy rámutatott az összehasonlíthatatlannul egyszerűbb értelmezésre, és ezáltal könnyen járható utat nyitott a további fejlődéshez.

Copernicus előtt már jóval régebben voltak kiváló tudósok, akik nem hittek a Föld mozdulatlanóságában. Maga Copernicus is utalt erre művében, és egyáltalán nem tartotta magát az új nézet feltalálójának. Az ő idejében a kor érett meg végre a haladásra. Előtte azonban nem akadt senki, aki ezt a lehetőséget minden részletében következetesen végiggondolta, az összes érveket egybegyűjtve felsorakoztatta, teljesen meggyőzően tanította és megírta volna.

Copernicus elméleti jellegű tudományos működése után, aki az addigi összes csillagászati észlelések értelmezését kísérelte meg megadni, a következő jelentős lépéshez az alapokat csupán új, a régiéknél megbízhatóbb, pontosabb megfigyelések képezhették. Tycho Brahe (1546—1601) nagyszabású, rendszeres észlelései vezettek a további haladáshoz. A mai értelemben vett első csillagvizsgáló az ő dániai obszervatóriuma volt. Tycho Brahe volt egyben a távcső feltalálása előtti utolsó és legjobb észlelő. Tycho Brahe megfigyeléseinek feldolgozásából találta meg Kepler (1571—1630) a bolygók mozgására vonatkozó három híres törvényét. Kepler törvényei azonban, mint azt Newton (1642—1727) kimutatta, visszavezethetők a sokkal általánosabb és általa felismert tömegvonzási törvényre. A Newton-féle gravitációs törvényt ma is a természet más törvényekre vissza nem vezethető, egyik végső alaptörvényének tekintjük. Galileinek (1564—1642) a tömegek mozgására vonatkozó vizsgálatai és Newton törvényei indították meg a mechanika és égi mechanika, a fizika és a csillagászat ezen fontos, alapvető fejezeteinek egymással párhuzamos kifejlődését.

Galilei és Newton sokoldalú, gazdag munkássága a csillagászat fejlődésére is addig soha nem tapasztalt lendületet gyakorolt. Az igazi természettudományi kutatási szellem velük kezdődik. A csillagászati megfigyelések gyakorlati kivitelezéséhez és az akkor még nem is sejtett későbbi észlelési lehetőségekhez döntő fordulatot jelentett az általuk bevezetett új eszköz, a távcső alkalmazása. Galilei néhány évvel a messze látó feltalálása után, 1609-ben fordítja legelsőnek kis, lencsés távcsővét a csillagok felé, és rögtön új, nem is gondolt lehetőségek nyíltak. A Nap és Hold, valamint az egyes bolygók nagytva mutatkozó felületét lehetett elkezdni tanulmányozni. Galilei saját szemével láthatta „a copernicusi rendszer” egy kicsinyített mását: a Jupitert és körülötte keringő holdakat. 1670-ben pedig Newton feltalálja a modern csillagászatban a lencsénél sokkal fontosabb tükrös távcsövet. A távcsővel vált járhatóvá az út a földön kívüli világ komolyabb megismeréséhez.

A csillagászati távcsövekről

Maga a távcső azonban általában sok csillagászati megfigyelésnek, mint ez az eddigiekből is kiviláglik, nem elvileg nélkülözhetetlen kelléke, de gyakorlatilag igen jelentős és célszerű segédeszköze.

A megismeréshez, mint minden más természettudomány, a csillagászat is tapasztalat révén jut. Az igazi alapokat mindenkor mérések útján nyerhető, számszerű adatok képezik. Hogy mennyire fontos a mérés, és a legtöbb esetben egyszerű megfigyelés nem elegendő, erre nézve a következő példát említhetjük meg. A Nap és a Hold korongja a látóhatár közelében nagyobbak látszik, mint ha ezen égitestek a látóhatár felett nagy szögtávolságban állnak. Megfelelő eszközzel történő pontos mérés révén azonban azonnal kiderül, hogy ez csupán csalóka látszat. (A látóhatár mentén csupán azért tűnik nagyobbak ezen égitestek korongja, mivel ott akarva-akaratlanul, földi testekkel hasonlítjuk össze nagyságukat.) Arra is igen vigyázni kell, hogy bizonyos közvetlen tapasztalatból helytelen következtetést ne vonjunk le. Így például abból a tényből, hogy ha kezünkől egy papírlapot és egy ceruzát egyszerre ejtünk le, és a ceruza hamarabb ér földet, mint a papiros, helytelen volna arra következtetnünk, hogy a különböző tömegű testek különböző idő alatt esnek a földre a Föld vonzása folytán. Szem előtt tartva ezt vagy más hasonló efféle jelenséget, a legtöbb közvetlen csillagászati megfigyelésnél sem szabad elhamarkodott következtetéseket tenni. A csillagos égboltnak a Föld körüli naponta ismétlődő látszólagos körforgása sem azt jelenti, hogy a Föld áll és a csillagos égbolt forog.

Ebből a néhány példából máris látható, hogy ahhoz, hogy tényleg helyes és objektív csillagászati ismeretekre tegyünk szert, alkalmas mérőműszerek, célszerűen megválasztott megfigyelések kellenek és végül elengedhetetlen, hogy a nyert adatokat helyesen értelmezzük.

De mi képezi a csillagászati megfigyelések tárgyát? Különböző sugárzások összetételének, erősségének, valamint a megfigyelő helyhez érkező sugárzások irányainak a mérése. Végső fokon kétfajta sugárzást ismerünk: korpuszkuláris és elektromágneses sugárzást. A Föld felületére, illetve légkörébe kívülről jövő korpuszkuláris sugárzás az anyag legkisebb építőköveiből álló részecskéket tartalmaz elsősorban. Ezekkel a korpuszkuláris sugárzásokkal, vagy helyesebben ezeknek a közvetlen megfigyelésével voltaképpen nem a csillagászat foglalkozik. Ezek a sugárzások már Földünk légkörének magasabb rétegeiben olyan elváltozásokat szenvednek nemcsak erősség, hanem irány szempontjából is, hogy közvetlenül a legtöbb esetben meg sem figyelhetők, csupán a légkörünkben kiváltott másodlagos hatásaik révén. A Földünkre kívülről jövő, a földfelületig eljutó és lényegileg egymástól csak a hullámhosszakban, vagy pontosabban csak a frekvenciákban különböző, jól ismert elektromágneses sugárzások az észlelési módszerek és eszközök szerint nagyjából két csoportra oszthatók: a közönséges, látható és láthatatlan (ultraibolya és infravörös) fényre és rádióhullámokra. (Hogy a rádióhullámok kategóriájába tartozó sugárzások is érkeznek

Földünkre más égitestekről, ez mindössze két évtized óta ismeretes.) Mindezeket a sugárzásokat Földünk légköre a refrakció elég jól ismert szabálya szerint kismértékben téríti el csak eredeti irányától.

A csillagászati megfigyelések feladata végső fokon elektromágneses sugárzások összetételének, erősségének és irányának, ill. ezen sajátosságok térbeli is időbeli változásának a megállapítása. Maguk a csillagászati észlelések elsődlegesen a különböző sugárzások felfogásából, ill. észleléséből állanak. Ezt a feladatot a fényhullámok esetében közvetlenül vagy az emberi szem, vagy valamilyen más, fényérzékeny berendezés (fotolemez, ill. film, fotocella stb.), rádióhullámok esetében a rádióvevőkészülék végzi el.

Az égitestek elektromágneses sugárzásának egy részét, a látható fénysugarakat, szemünkkel foghatjuk fel. Így már pusztán szemmel is tehetünk objektív megfigyeléseket. Ha például egy fényét változtató csillag fényességét más környező csillagok fényességével hasonlítjuk össze, észrevehetjük, hogy a fényét változtató csillag, bizonyos idő elteltével, mindig más és más csillaggal lesz egyforma fényes. Ha ezen környező, a fényét változtató csillag összehasonlítására használt csillagok fényességét ismerjük, így már egyszerűen, szabad szemmel végzett megfigyeléssel, eléggé objektíven állapíthatjuk meg a csillag fényességváltozását. Fényességkülönbségeket ugyan nehéz pusztán becsléssel megállapítani, és a becslés önmagában még nagyon nagy hibákat tartalmazhat. Ezzel szemben két fénylő pontnak látszó csillagról azt megállapítani, hogy egyforma fényes-e, vagy sem, már aránylag igen könnyű, és egy ilyen becslés már rendszerint csekély hibát tartalmaz. Tehát látható, hogy alkalmas módszerrel az emberi szemet is közvetlenül mérőműszerként használhatjuk.

A legtöbb mérésnél az emberi szemet közvetlenül vagy közvetett módon fel kell használni. Ha szemünkkel a megfigyelést tökéletesíteni akarjuk, úgy egyrészt közelebb mehetünk a megfigyelendő tárgyhoz, ill. jelenséghez, másrészt növelhetjük a megfigyelendő objektumról szemünkbe érkező fénymennyiséget. Az emberi szem egy ívmásodpercnél kisebb szög alatt látszó tárgyat már nem képes észrevenni. Ha ennél csak valamivel kisebbnek látszó tárgyat akarunk szemügyre venni, nagyítóüveggel segíthetünk magunkon, olyan üveggel amelynek rendszerint mind a két oldala gömbfelületű. Ha a nagyítóüveget szemünk és a tárgy összekötő egyenesében helyezzük el, és ha szemünket és a tárgyat alkalmas közelségbe hozzuk, a tárgyat élesen szemügyre vehetjük. A nagyítóüveg segítségével a tárgyat közelebről szemlélhetjük és ily módon nagyobb szög alatt láthatjuk, tehát nagyítva látjuk.

Az emberi szemmel ui. általában 25 cm-nél kisebb távolságról már nem láthatunk tisztán. A nagyítóüveg segítségével azonban ennél kisebb távolságból is jó leképzést nyerünk, és a látószöget

megnövelhetjük. Mindenesetre a nagyítóüveg használatához elengedhetetlen, hogy a tárgyhoz közel menjünk. Az égitestek megfigyelésénél tehát ezt a módszert nem alkalmazhatjuk. Az égitesteknek a puszta szemnél való jobb megfigyelésére kitalált eszköz: a távcső.

A távcső segítségével egy csapásra nemcsak az oldható meg, hogy az égitestek nagyobb látószög alatt válnak megfigyelhetővé, hanem egyszersmind a távcső segítségével általában látszólagos fényességük is tekintélyes mértékben növelhető. Az emberi szem az égitesteket a szem pupillájának nyílásán át, a szem fényfelfogó rétegére jutó sugarak fényében látja. Szemünk pupillájának nyílása sötétben általában kb. 8 mm átmérőjű kör. Ha pupillánk nyílása ennél sokkal nagyobb volna, és a nagynyílású pupilla esetében is szemünk éppen olyan jól funkcionálna, mint kis pupilla esetén, akkor a szemünkbe jutó több fény miatt az égitesteket is sokkal jobban látnók. De nyilván azáltal is fokozhatjuk a fényerőt, ha alkalmas eszközökkel a pupillánkba be nem jutó fénysugarakat odatereljük. Ezt a lehetőséget két különböző módon valósíthatjuk meg. Vagy azáltal, hogy alkalmas tükör (ill. tükrök) segítségével akár a pupillánktól nagy távolságra elhaladni akaró sugarakat beletükröztetjük, vagy pedig azáltal, hogy szemünk és az égitest fénye közé átlátszó anyagból készült, megfelelő módon kiképzett lencsét helyezünk el. A lencsék felületeinek, melyek rendszerint gömbfelületek, megfelelő kiképzésével elérhető az, hogy a végtelen távoli, pontszerű fényforrásokról jövő sugarak áthaladva a lencsén, nagyjából egy-egy pontban egyesüljenek. A fényforrás akkor tekinthető végtelen távolságra levőnek, ha ennek bármely pontjából a lencse felületére érkező sugarak egymás között párhuzamosaknak tekinthetők. Az égitestek ilyen értelemben mind végtelen távoliak. Egy csillagról egy lencse különböző pontjaira érkező sugarak tehát nagyjából mind egy pontban fognak egyesülni, a lencsével hozzávetőlegesen párhuzamosnak tekinthető felület, az ún. gyújtósík valamelyik pontjában. A gyújtósíknak a lencsétől való távolságát, a gyújtótávolságot a lencse felületének görbületsége szabja meg. Nyilvánvaló, hogy a lencse gyújtósíkjában annál több fényt fog összegyűjteni a csillagról, mint az emberi szem, amennyivel nagyobb a lencse felülete a szem pupillája nyílásának területénél. Így pl. egy 16 cm átmérőjű lencse 300-szor több fényt gyűjt össze, mint szemünk. A lencse gyújtópontjában tulajdonképpen a csillag képe keletkezett. Ha szemünket a gyújtóponttól mintegy 25 cm távolságra helyezzük el, úgy ezt a képet közvetlenül szemlélhetjük.

A lencsére eső párhuzamos sugárnyaláb sugarai közül a lencse középpontján áthaladó egyetlen sugarat kivéve, a többi mind eltér eredeti irányától. Ha szemünket a lencse középpontjára képzeljük, úgy a mondottak értelmében onnan nézve két csillagnak a látszó

szögtávolsága az égbolton azonos lesz a lencse által létrehozott képek látszó szögtávolságával. Nyilvánvaló, hogy a két csillag képének a távolsága a gyújtósíkban annál nagyobb lesz, minél nagyobb a szögtávolság és minél nagyobb a lencse gyújtótávolsága. Ha azt akarjuk, hogy a Nap és Hold képeinek átmérője kb. 1 cm legyen, úgy, mivel mindkét égitest látszólagos szögátmérője kb. fél fok, egy egyszerű számításból megtudható, hogy a gyújtótávolságot mintegy 1 méternek kell megválasztani.

Ahelyett, hogy pusztán szemmel vizsgálónk a lencse gyújtósíkjában keletkezett képet, használhatunk ezen kép jobb szemügyrevételére egy egyszerű nagyítóüveget is. A nagyítóüveg nagyítása attól függ, hogy mennyire széttartóvá tudjuk tenni az áthaladó fénysugarakat. Más szóval, minél rövidebb a nagyító-lencse gyújtótávolsága. A távcsőnek azt a lencsét, amely az égitestekről közvetlenül jövő fénysugarakkal a tulajdonképpeni leképzést végrehajtja, objektívnek, míg azt a lencsét, amelyikkel az így keletkezett képet szemügyre vehetjük, okulárnak nevezzük. A mondottakból nyilvánvaló, hogy különböző gyújtótávolságú okulárokkal különböző nagyításokat érhetünk el. Ezek szerint úgy látszik, hogy pusztán elég rövid gyújtótávolságú okulárt használva, a nagyítást tetszés szerint fokozhatjuk. Ez azonban távolról sincs így.

A távcső nagyításának egyik felső határát a távcső feloldóképessége szabja meg. Ennek megértésére azonban előre kell bocsátanunk a következőt. Megelőzőleg azt mondtuk, hogy a végtelen távoli, pontszerű fényforrás képe a gyújtósíkban pontszerű lesz ugyan, de hozzátettük azt is, hogy nagyjából. Ezzel már ott meg akartuk jegyezni, hogy teljes szigorúsággal a pontszerű fényforrás képe is bizonyos nagyságú koronggá szélesedik ki. Ennek a korongnak a nagysága annál kisebb, minél nagyobb az objektív átmérője. Nyilvánvaló, hogy ha két végtelen távoli, pontszerű fényforrás oly közel van egymáshoz, hogy a távcső gyújtósíkjában képek távolsága, tehát a képkorongok középpontjainak távolsága kisebb, mint maguk a korongok átmérői, úgy a két képet csak egybefolyva, egynek látjuk. Emiatt egy 10 cm átmérőjű objektívnel a nagyítást 400-szorosnál nemigen fokozhatjuk nagyobbra. Egy 30 cm-es objektívnel a nagyításnak ez a felső határa 1200-szoros. (A földi légkör egyenetlensége miatt előálló kis refrakció-változások következtében azonban előáll egy ennél tekintélyesebb nagyságú megnövekedés ezen képkorongoknál. Így végül is átlagos levegőnél a hibátlan nagyítás általánosságban még használható maximális értékei az említett objektív-átmérők esetében mindössze kb. 280, ill. 480.)

A lencsés távcsöveknél, mint láttuk, a kép úgy keletkezik, hogy az objektíven áthaladó sugarak az objektív középpontján áthaladó sugar kivételével megtörnek. Egy nagy felületre, a lencse felületére párhuz-

mosan eső összes sugarakat a fénytörés által sikerül tehát nagyjából egy pontba tömöríteni. Mint már jeleztük, ugyanez elérhető tükrök segítségével is.

Kezdetben azt mondtuk, hogy egy távcső annál fényesebben képezi le az égitesteket, minél nagyobb a távcső objektívjének átmérője. Ez a kijelentés azonban voltaképpen csak pontszerű fényforrásokra igaz. A csillagok gyakorlatilag mind pontszerű fényforrásoknak tekinthetők ebben a vonatkozásban, hiszen a ma ismert legnagyobb csillagátmérő is kisebb, mint $0,07''$. Nem pontszerű égitesteknél már nem az objektív-átmérő egyedül, hanem az objektív átmérőjének a gyújtótávolsághoz való viszonya határozza meg a fényerőt. Ugyanis minél nagyobb a gyújtótávolság, a kiterjedt fényforrás (Hold, Nap, bolygók stb.) képe annál nagyobb lesz és a felületi fényesség nyilvánvalóan csökken.

Említettük, hogy már pusztá szemmel is sokszor méréssel egyenértékű csillagászati megfigyeléseket tehetünk. Természetesen fokozottabb mértékben áll ez a távcsővel felvértezett szem számára. És még inkább, ha a távcsőnél szemünket más energiafelfogó berendezéssel helyettesítjük. Így a nagyfontosságú fényességméréseknél alkalmazhatunk közvetlenül különböző rendszerű elektromos fényességmérő berendezést vagy fotolemezt a távcső gyújtósíkjában. A csillagászati észlelések nagy része fényképészeti úton történik. A távcső gyújtósíkjába fényképező lemezt helyezhetünk el, és megfelelő ideig exponálva felvételt készítünk. Ily módon, ha elég hosszú (több órás) expozícióval készítünk fényképfelvételt, úgy a fényképlemezen szemmel még a távcsőn át sem látható, gyenge fényességű égitestek is mutatkoznak.

A csillagászati megfigyeléseknek egyik legfontosabb műszere tehát a távcső. A megismeréshez hozzásegítő eszközök azonban voltaképpen azok a különféle „segédműszerek” és mérőberendezések, amelyeket részben közvetlenül a távcsőre szerelve, részben fotográfiai felvételek laboratóriumi kiértékelésénél alkalmazunk.

A távcsöveket a könnyebb érthetőség végett a lehető legegyszerűbb alakban tárgyaltuk. Az olyan egyszerű távcsőnek azonban, ahol az objektív és okulár mindössze egy-egy lencséből és egyszerű gömbfelületekből áll, igen sok, itt nem részletezett leképzési hibája van. A gyakorlatban a távcsövek optikai alkatrészei ezért rendszerint sokkal több tagból állanak, és esetről esetre igen különbözőek lehetnek, attól függően, hogy milyen fajta megfigyelésre akarják a távcsövet elsősorban használni.

Féppen úgy, ahogy már pusztá szemmel távcső nélkül is fel foghatunk égitestekről jövő „rövidebb” hullámhosszúságú elektromágneses sugárzásokat, fényhullámokat, és már ez úton érdemes

csillagászati észlelések is végezhetők, ugyanúgy „hosszabb” hullám-hosszúságú elektromágneses sugárzások, rádióhullámok, egyszerű rádió-vevőkészülékkel a Földön kívüli világból is kifoghatók. Az első csillagászati megfigyeléseket a fényhullámok révén az emberi szemmel, a rádióhullámok segítségével lényegileg közönséges rádióvevővel végezték. A szem pupillanyílásának megfelelője a rádió antennája. A közönséges antennák azonban nemcsak egy olyan aránylag kis térszögben „érzékelnek”, mint a szem pupillája. Ezért érdekesebb csillagászati észlelésekhez először is olyan speciális antennákat kellett szerkeszteni, illetve azt kellett megoldani, hogy lehetőleg minél kisebb térszögből jövő sugárzásokat foghasson az oszlop fel, és így könnyen megállapítható legyen, hogy honnan származnak a felvett rádióhullámok.

A tökéletesebb észlelésekhez természetesen a rádióhullámoknál is, éppen úgy, mint a fényhullámok esetében, az intenzitást kell növelni elsősorban. Tehát el kell érni, hogy az antennára egy-egy meghatározott irányból minél több rádióhullám essen. Ez történhetik teljesen a közönséges, optikai tükrös távcső mintájára. Bármiféle fémfelületről, sőt már fémrácsokról is igen jól tükröződnek a rádióhullámok. Így ha például fémgömbtükör gyújtósíkjába rádió vevőkészülékkel egybe kötött dipolus-antennát helyezünk, elvileg az optikai távcsőhöz teljesen hasonló eszköz keletkezik. Ilyen a legegyszerűbb rádió-távcső.

A csillagászati rádió-észleléseknél azonban van a vételerősség növelhetőségére a szó szoros értelmében vett rádiótávcsőn kívül még másfajta lehetőség is. Gondoljunk csak arra, hogy két szemmel azért is jobban látunk, mint egyvel, mert kétszer annyi fénysugárt használunk fel a nézésnél. Rádiótechnikailag megoldható nemcsak kettő, hanem például igen sok dipolus- antennára eső hullámok energiájának összegzése is úgy, hogy egyedül a több dipolus útján egyetlen hangszórót szóltatassunk meg lényegesen erősebben. (A rádió-csillagászati észlelések a gyakorlatban nem a hangszórók hangerősségének megfigyelésével történnek, hanem általában azt az áramerősségváltozást mérik, amellyel a hangszórók működtethetők.) Az ilyen, voltaképpen nem távcsőszerű, rádió-csillagászati észlelő berendezést is közönségesen rádió-távcsőnek nevezzük.

Szólnunk kell még arról a gyakorlatilag igen nagy különbségről is, amely a csillagászati megfigyeléseknél az optikai és rádió-észleléseket megkülönbözteti, és ami tulajdonképpen kizárólag a többezerszeres hullámhosszkülönbségtől ered.

Eddig elhallgattuk azt, hogy a távcső felbontóképesége az objektív-átmérő mellett a hullámhossztól is egyenlően nagymértékben függ, csak éppen ellentétes értelemben. Mennél hosszabb a hullámhossz, annál kisebb felbontás érhető el.

Mivel a látható fényhez képest a rádiósugárzások hullámhossza

lényegesen nagyobb, ezért a csillagászati rádió-megfigyeléseknél a vázolt egyszerű rádió-távcsövekkel mindig az égbolt egy-egy eléggé kiterjedt területéről érkező rádióhullámok együttesen, összekeveredve észlelhetők csak. Van azonban, habár a technikai kivitelezésben igen változatos és sokféle, de elvileg, lényegileg azonos (az interferencia jelenségen alapuló) módszer, amellyel végső fokon a „távcsövek” felbontóképessége igen nagymértékben fokozható. Így ma már elég jól elkülöníthető és lokalizálható az egyes égitestek rádiósugárzása.

Rádió-észlelés egyszerre, egy műszerrel mindig meghatározott hullámhosszon (illetve keskenyebb hullámhossztartományban) történhetik csak. Ez azonban nem hátrány, hanem éppen ellenkezőleg, általában óriási előnyt jelent. Az optikai tartományban, tehát a fényhullámokkal végezhető csillagászati észlelések közül is a legértékesebbek azok, ahol hullámhosszakra, színekre elkülönítve (a színekép különböző helyein) lehet méréseket folytatni.

Galilei és Newton kora óta bizonyára éppen az utóbbi egy-két évtized technikai fejlődése jelentett a csillagászat számára először újból alapvető fellendülést. Az optikai távcsövekkel egyedül csak egy aránylag szűk színekép-tartományban lehet megfigyeléseket végezni. Ezzel szemben a rádió-távcső segítségével a csillagászati észlelésekhez a hosszabb hullámhosszúságú elektromágneses hullámok is hasznosíthatókká váltak. Ez úton az optikai módszerekhez képest aránytalanul szélesebb színekép-rész kutatható. A látható fénynél lényegesen rövidebb hullámhosszúságú elektromágneses hullámokkal végezhető észlelési lehetőségek is óriási mértékben megsokszorozódnak a földfelszín fölé nagy magasságba hatoló, önműködő műszerekkel ellátott rakéták és különösen a mesterséges holdak segítségével.

A megfigyelések terén korunk technikai vívmányai, a megfigyelések értelmezésénél az elméleti fizika (így az energiatermelés folyamatainak megértésénél az atommag-fizika) nem régi nagy előrehaladása a csillagászat előtt is új perspektívákat nyitott. A csillagászati tudomány ma és mindenkor helytálló alapjainak lerakásához, több igen lényeges tapasztalati tény felismeréséhez és az ezekből levonható fontos következtetésekhez azonban elsősorban az optikai távcsőre volt szükség. Alapvetően, lényegesen új további megfigyelési adatokat a jövőben elsősorban a rádió-észlelési technika fejlődésétől és az észleléseket meghamisító földi légkör felett végzendő különböző mérésektől várhatunk.

DETRE LÁSZLÓ:

AZ 1956. ÉS 1957. ÉV CSILLAGÁSZATI ESEMÉNYEI

1932 és 1943 között a Természettudományi Társulat Évkönyve minden évfolyamában közölt egy beszámolót az előző év csillagászati eseményeiről. Erre akkor különösen a *Stella* népszerűsítő folyóirat 1932-ben bekövetkezett megszűnése adott okot. Minthogy jelenleg sincs népszerűsítő folyóiratunk, több oldalról felmerült az a kívánság, hogy ezeket a beszámolókat újítsuk fel. Természetesen csak a legfontosabb csillagászati eredményekre térhetünk ki, míg helyszűke miatt le kell mondanunk arról, hogy módszertani vagy műszertechnikai kérdésekkel bővebben foglalkozzunk. Azonkívül a beszámoló nem tér ki a mesterséges holdakkal kapcsolatos kérdésekre, miután általános népszerűsítő folyóirataink, sőt a napi sajtó is, ezzel a kérdéssel részletesen foglalkozik.

Új csillagászati berendezések. 1957-ben elkészült a világ legnagyobb rádiótávcsöve Angliában, a Jodrell Bank-on. A távcső parabola-tükre 83 m átmérőjű, és az ég minden részére beállítható. Igen jelentős rádiócsillagászati berendezések épültek az utóbbi években az összes nagyobb államokban. A pulkovói csillagdán egy 120×3 m nagyságú reflektor készült, mely azonban csak egy irányban mozgatható. A grúziai Bjurakan csillagda különösen interferometrikus rádiócsillagászati berendezéseket helyezett üzembe. Ugyanilyen berendezéseket építettek Párizs és Sidney mellett, valamint az angliai Cambridge-ben. Az új maser nevű erősítővel a rádióteleszkópok érzékenységet olyannyira sikerült fokozni, hogy a rádiótávcsövek jelentősen tovább tudnak hatolni a térben, mint az optikai műszerek. A rádiócsillagászok remélik, hogy a 21 cm-es hidrogén-sugárzás segítségével az extragalaxisokban legközelebb 140 000 km/sec vöröseltolódást is ki tudnak mutatni.

Az optikai műszerek terén első helyen említendő meg a Lick csillagvizsgáló 3 m átmérőjű tükörteleszkópja, amelyet 1957-ben állítottak fel. Ez most a világ második legnagyobb tükörteleszkópja. A Szovjetunióban megkezdtek egy 4 m-es tükörteleszkóp készítését. Kairótól 28 km-re délre, Helwanban egy 190 cm-es tükörteleszkópot állítottak fel. Ugyanekkora tükörteleszkópot rendeltek a francia Saint Michel obszervatórium számára. Kínában, Peking mellett épül egy új

modern obszervatórium. Az USA Arizonában 70 km-re Tucsonról egy új nemzetközi csillagvizsgálót rendez be. A Naval obszervatórium 1 m-es Ritchey-Chretien reflektorát Flagstaffba vitték át, 2500 m magasságba. A chilei santiagói obszervatóriumot szintén a hegyekbe vitték ki, az Andok nyugati oldalára. A La Plata-i obszervatórium nagy meridián körét Patagóniában állítják fel. Új hegyi obszervatórium épül Hawaiiban is.

A fotoelektromos berendezések terén további nagy haladás történt, s ezen a téren a budapesti csillagvizsgáló is korszerű berendezést tudott létesíteni. Sok helyen folynak kísérletek a televíziós technikának csillagászati alkalmazására, de az eredmények még nem teljesen kielégítők. Kíváncsi képez Lallemond és Duchesse berendezése a franciaországi Haute-Provence-i obszervatóriumban, ahol egy elektrontávcsővel 20–25-ször rövidebb expozícióval tudnak csillagszínképeket felvenni, mint a klasszikus fényképezési módszerekkel. (CR 242, 2624)

Fundamentális csillagászat, égi mechanika. Az új elektronikus számológépek teljesen új helyzetet teremtettek az égi mechanika perturbációs számításai terén. Olyan számítások, amelyek régebben több számoló több évtizedes munkáját vették igénybe, az új gépekkel néhány hét alatt elvégezhetők. Az USA Naval obszervatóriuma most egymás után teszi közzé a Naprendszer bolygóira vonatkozó számításait. R. L. Duncombe újra vizsgálta a Vénusz mozgását 21 000 meridián megfigyelés (1750–1949) alapján. Az új számítások szerint a Vénusz felszálló csomójának mozgása teljesen egyezik a gravitációs elmélettel, és ezzel eltűnt az égi mechanikának egy régi problémája. A régebbi Newcomb-féle számításokban mutatkozó eltérés a régebbi megfigyelések szisztematikus hibájából eredt. A számításokból a Merkúr tömegére $1/5\ 970\ 000$ naptömeg adódott. (AJ 61. 267. 1954.)

Clemence a Föld mozgását számította újra, és több komoly hibát talált Newcomb és Leverrier elméletében, amelyek a perturbációs függvény magasabb tagjainak elhanyagolásából származtak. Így az ekliptika hajlása sokkal gyorsabban csökken, mint Newton táblázatai azt megadják. Érdekes következménye az új átdolgozásnak, hogy a Milankovics — Bacsák-féle csillagászati jégkorszak-elmélet elveszti egyezését a tapasztalattal (AJ 62. 140. 1957.).

Clemence jelenleg a Mars elméletén dolgozik, Herget pedig a Ceres, Pallas, Juno és Vesta részletes elméletét dolgozza fel.

Van Biesbroeck a McDonald csillagvizsgáló 203 cm-es reflektorán készült felvételek alapján pontosan meghatározta az új Neptun-holdnak, a Nereidnek pályáját. Az eredmény $P = 359,881$ nap, közép-távolság 0,0372 cs.e., excentrumosság: 0,749. A Neptun tömegére $1/18\ 889$ naptömeg adódott, 2%-kal több, mint régebben a Triton pályájából.

A Föld tengelyforgásában mutatkozó egyenetlenségek szükségessé

tették a másodpercenek szigorúbb definícióját. A Nemzetközi Csillagászati Uniótól elfogadott definíció: a másodperc 1/31 556 925,9747-ed része az 1900. január 0-i 12 óra efemeris időhöz tartozó tropikus évek.

Nemzetközi megegyezés alapján az eddigi amerikai, angol és német csillagászati évkönyvek helyett „The Nautical Almanac” címmel egy nemzetközi évkönyv jelenik meg. Ezzel megszűnik az 1776 óta megjelenő Berliner Astronomisches Jahrbuch.

Új égi mechanikai tankönyvek: C. L. Siegel: Vorlesungen über Himmelsmechanik. Springer Verlag, 1956.; Y. Hagihara: Stability in Celestial Mechanics. Tokyo, 1957.

Napfizika. Az 1956. és 1957. évre esett az eddig észlelt legerősebb napfolt-maximum. Igen szerencsés körülménynek mondható, hogy a Nemzetközi Geofizikai Év éppen ezzel az erős napfoltmaximummal esett össze. A napfoltoknak rendkívül nagy száma mellett rendkívül nagy volt ebben a napfolt-ciklusban a magas heliografikus szélességben fellépő napfolt-csoportok száma és élettartama. Így 1956. augusztus 15-én az MW 11 749. számú napfoltcsoportot $+49^\circ$ szélességben 16 egymás utáni napon látták. (1878 és 1943 között csak 4 napfolt-csoportot láttak egynél több napig 40° -nál nagyobb szélességben.) 1957. június 14-én az NW 12 409. számú napfolt-csoport 39° szélességben 25° kiterjedést ért el, és július 12-én még a visszatérését is észlelték.

Rakétákkal felküldött műszerekkel már régebben sikerült kimutatni a Nap röntgensugárzását. 1956. július 20-án szerencsés véletlen folytán műszerekkel felszerelt rakéta közvetlen egy napkitörés után szállt föl, és a kitéréssel kapcsolatban a Nap röntgensugárzásának erős megnövekedését sikerült kimutatni. A mesterséges holdakon elhelyezett mérőműszerek 300 km-en felül igen erős állandó jellegű röntgensugárzást mutattak ki.

1956. október 1-én a meudoni csillagdából ballonon egy 28 cm-es refraktort küldtek fel, melyet automatikus szerkezet állandóan a Napra irányított. Sikerült 8000 m magasságból több felvételt készíteni a Napról. 1957. szeptember 25-én az USA-ban egy 30 cm-es reflektorral 27 000 m magasságból készítettek ugyanilyen módon felvétel sorozatot. Így sikerült először torzításmentes felvételeket kapni a napgranulációról. A felvételek szerint a granuláció túlnyomórészt fényes cellákból áll, amelyeket csak igen vékony sötét vonalak választanak el. A granulák nagysága $1\frac{1}{2}$ és 2 szögmásodperc között váltakozik. Legközelebb 90 cm-es reflektor felküldése van tervbe véve.

Hosszú vita folyt arról, hogy változik-e a Napnak nagysága, különösen mióta Giallanella római csillagász mérései arra mutattak, hogy a Nap átmérője a 11 éves napfoltciklus szerint változik. Most P. J. D. Gething a greenwichi Airy-féle átmeneti műszerrel végzett 1851—1939. évi megfigyelés sorozatot analizálta. Csak kicsi és irreguláris változásokat

kapott, de ezek is csak a megfigyelők személyi különbségeitől erednek, reális változás nincs (MN 115, 558.).

Stebbins és Kron a Lick csillagvizsgálón fotoelektromos mérőberendezéssel meghatározták a Nap fényességét és színindexét az internacionális skálában. A fényességre kapott új érték 10%-kal kevesebb, mint az eddig elfogadott. $m_{vis} = -26,73 \pm 0,03$; $M_{phv} = +4,84$; $M_{phg} = +5,37$; színindex : +0,53.

Menzel új napelmélete szerint a Nap hidrogénkonvekciós zónája a forrása minden naptevékenységnek. A konvekció meleg gázt emel fel alacsonyabb rétegekből, miáltal megváltoztatja a vertikális hőmérséklet-gradienst. Ennek eredményeképpen a Nap sokkal fényesebb, mintha tisztán sugárzási egyensúlyban volna. A konvektív zóna a légkör magasabb rétegeire is kiterjed. A napfoltok erős mágneses mezeje gátolja a konvekciót, ezért a foltok felsőbb rétegei hidegebbek, mint a Nap légkörének környező része. Ez a következtetés éppen ellenkezője az eddig elfogadottnak, mely szerint a napfolt egy viharterület. A folt inkább hasonlítható egy nyugalmas szigethez a viharos tengeren. Minthogy a napfoltok területe nem veszi ki részét a belső napenergia szállításából, a folt közvetlen közelében erősebb konvekció föllépése várható. Ez egyezik is a tapasztalattal.

A naplégkör alján a konvekció a hangsebességnél lassabban mozgó gázokból áll. De amint egy gázcsomó ritkább rétegekbe ér, a hangsebességnél nagyobb sebességre tehet szert. Így a felszállás lökeshullámmá fejlődhet, amely anyagot és energiát is visz magával a koronába. A lökeshullámok kinetikus energiája hővé oszlik szét, úgyhogy a napkorona hőmérséklete több millió fokot tesz ki. A napkorona legmelegebb részei az aktív napfoltokhoz közel találhatók.

Menzel a magnetohidrodinamika egyenleteinek segítségével meg tudja magyarázni a protuberanciák igen sok formáját is.

Megjelent Waldmeier: *Ergebnisse und Probleme der Sonnenforschung* című könyv 2. kiadása és ugyanezen szerző „Die Sonnenkorona” című kétkötetes munkája.

Bolygók, holdak, meteorok. Dollfus francia csillagász kimutatta, hogy a Hold légköre legalább 10^9 -szer kisebb sűrűségű, mint a Földé. (Ann. d'Ap. 19. 71.) Dollfus abból indult ki, hogy kis sűrűségű légkör is a Hold sarkölának gyengécfényű megnövekedését okozná, és ennek a holdi szürkület fényének teljesen polarizálnak kellene lennie. A szórt fény kieliminálására a felvételeket a Pic du Midi koronográfjával végezte, de polarizáltságnak semmi nyomát sem találta.

Ennél is lényegesen alsóbb határt sikerült kapni a Hold légkörének sűrűségére rádiócsillagászati úton. Elsmole, a cambridge-i Cavendish laboratóriumban 3,7 m-es hullámhosszon figyelte meg 1956. január 24-én az erős rádiósugárzású Crab-köd elfödését a Hold által. A födés mind-

össze 0,4 perccel tartott tovább, mint teljesen légkör nélküli Hold esetén. Ez az időtöbblet a Hold légkörében levő szabad elektronok okozta refrakciótól eredhet. Az elektronok sűrűségére ebből 1000 elektron adódik cm^3 -enként. Minthogy a Hold napsütötte oldalán a légkörnek teljesen ionizálnak kell lennie, kiszámítható a légkör összsűrűsége is. Ez kisebb, mint a Föld légkörsűrűségének 5×10^{-13} -ad része.

Az utóbbi években a Vénusz, Mars, Jupiter és Saturnus bolygókról sikerült rádiósugárzást kimutatni. A Vénuszról 13 napi intervallumban visszatérő aktivitást tapasztaltak, és ebből 22 óra 17 perc forgásperiódusra következtek.

Az 1956. évi Mars-oppozíció alkalmával végzett megfigyelések közül kiemelkednek Dollfus polarizációs mérései. (PASP 70. 59.). A polarizációnak a fázisszöggel való változásából egyértelműleg ki lehet mutatni, hogy a Mars felületét porréteg borítja, és pedig igen valószínűleg főleg limonit. Különös figyelmet szentel Dollfus a marsi tavaszkor fellépő zöld foltoknak, mert ezeket vegetáció jelének gondolták. Kimutatta, hogy ezek a vidékek csak kontrasztthatásként látszanak zöldnek, a valóságban szürkék. A polarizációs mérések ezekben a foltokban is porrétegre utalnak. Igen jól elő lehet állítani a foltokban megfigyelt optikai sajátosságokat, ha limonit porra igen kicsi zuzmókat és gombákat szórunk szét. Ez igen valószínűvé teszi, hogy a Mars-felület néhány helyén a tavasz beköszöntével alacsonyrendű vegetáció fejlődik ki.

Az 1957. évi leningrádi kisbolygó-efemeris 1616 számozott aszteroidát tartalmaz. Az új felfedezések közül sok rendkívül halvány kisbolygó van, így pl. az 1580 sz. Beturia kisbolygó fényessége az oppozícióban mindössze 19,8 fényrend.

Kuiper és munkatársai a Yerkes csillagvizsgálóban fotoelektromosan kb. 60 kisbolygó fényességváltozását vizsgálták. A kisbolygók 90%-a mutat észrevehető fényességváltozást és ha a fényességváltozás amplitudó elég nagy, akkor a fényváltozás periodikus, ciklusonként 2 maximummal és 2 minimummal. A fényváltozás tengelyforgással magyarázható, a legkisebb tengelyforgási időre 2 óra 52 perc, a leghosszabbra 20 óra adódott.

R. E. McCrosky a Harvard csillagdán a Super-Schmidt meteor-kamarákkal 2500 meteor pályáját határozta meg. A pályák nagy része kör alakú. A Földdel egy irányban mozgó meteorok száma több százszor nagyobb, mint a retrográdoké. Ugyanilyen eredményeket kapott Hawkins radarmegfigyelésekből.

Csillagfizika. J. I. Deutsch részletes vizsgálatot közölt a H. D. 125.248 mágneses változócsillagról. (PASP 68. 92.) A csillag színeképe periodikusan változik, 9,3 nap-periódussal. Különböző elemek vonalai más-más fázisban a legerősebbek. A vonalak intenzitásának változásá-

val igen kicsi hullámhossz-változások járnak együtt. Ugyanezzel a periódussal változik a mágneses polaritás. Mindezek a változások azzal magyarázhatók, hogy a mágneses sarkok nem esnek a forgástengelybe, azonfelül a különböző elemeknek az eloszlása a csillag felületén nem egyenletes, hanem foltokban helyezkednek el. Ez a nem egyenletes eloszlás nyilván összefügg magátalakulásokkal, melyek a csillag mágneses mezejének hatására a légkörben jönnek létre.

Greenstein, Burbidge, Hoyle, Christie és Fowler egy igen érdekes értekezésükben az első típusú szupernovák kitörését a csillagban hirtelen képződő californium 254 hasadásával magyarázzák. Az ilyen szupernovák fénygörbéje ugyanis olyan, mintha a sugárzásuk egy 55 napos félidejű radioaktív elem által felszabadított energiától eredne. Márpedig az egyetlen olyan atommag, amely maghasadással bomlik szét ilyen félidevel, a californium 254.

Rakéta-fölszállások alkalmával fotonszámlálókkal az 1220—1340 angström tartományban különálló égitesteket jeleztek. Ezek közül a három legerősebb: Gamma Velorum, Zeta Puppis és a Regulus. De több olyan ultraibolya-forrást is jeleztek a fotonszámlálók, amelyeket eddig nem sikerült identifikálni.

Walkernek nagy szenzációt keltő felfedezése után (mely szerint a Nova Herculis 1934 fedési kettőscsillag) most másfajta változócsillagokról is kimutatták a kettősséget. Így az SS Cygni és az AE Aquarii U Geminorum típusú változócsillagok kettős voltát mutatta ki Joy. (ApJ 124. 314.)

Greenstein az 5 m-es tükörteleszkóppal 40 fehértörpe színképét vizsgálta. A felületi hőmérsékletre lényegesen kisebb értéket kapott az eddigieknél.

A Tejútrendszerben eddig ismeretes három I. típusú szupernova mindegyike erősen emittál a rádió hullámhossz-tartományban. A jelenlegi rádióemisszió intenzitása a maximumban kisugárzott optikai energiának 6×10^3 -ad része. Községes novák ezzel szemben nem rádióforrások.

Babcock ugyancsak az 5 m-es teleszkópon kimutatta, hogy az RR Lyrae változócsillag felületén rendkívül erős mágneses mező van, és a mágneses mező erőssége +1170 és -1580 gauss között változik. (PASP 68. 170.).

II. I. Smith kimutatta, hogy az RR Lyrae csillagok közül az egészen rövid periódusúak sokkal halványabbak, mint a hosszabb periódusúak. Az ilyen halvány RR Lyrae csillagok nem lépnek fel gömbhalmazokban, galaktikai eloszlásuk a klasszikus Delta Cephei csillagokéhoz hasonlít, s valószínűleg átmeneti populációt képeznek az I. és II. populációk között,

Csillagrendszerek. Miután a 21 cm-es hidrogénsugárzás segítségével a holland kutatók már néhány évvel ezelőtt megállapították a Tejút északi részének spirális struktúráját, ausztráliai rádiócsillagászok kiegészítették ezt a vizsgálatot a déli Tejútra. Kiderült, hogy a spirális karok nem mindenütt helyezkednek el ugyanabban a síkban, hanem a nagy Magellán-felhő irányában a hidrogénfelhők 300 parseckel a Tejút síkja alatt, a Tejútrendszer szemközti oldalán pedig ugyanannyival e sík felett helyezkednek el.

Amíg az extragalaxisokban a vöröseltolódást színekpronalak segítségével az 5 m-es tükörteleszkóppal is csak a 18. fényrendnél fényesebb extragalaxisokban lehet mérni, Baum fotonszámlálóval, színszűrők segítségével a folytonos színek-intenzitás eloszlásából sokkal gyengébb extragalaxisok radiális sebességét határozta meg. A 20-ad rendű extragalaxisokban a vöröseltolódás mértéke 120 00 km/sec radiális sebességnek felel meg.

G. de Vaucouleurs kimutatta, hogy a fényesebb galaxisok többsége egy belapult magasabbrendű halmazt képez, amelynek tagja a nagy Virgo-galaxishalmaz. Maga a lokális csoport külön kondenzációt képez. A Mayalle, Humason és Sandage által publikált új radiális sebességekből (AJ 61. 97.) sikerült kimutatni, hogy ez a galaxishalmaz rotációt végez a Virgo-halmaz körül. A Tejútrendszer távolsága a halmaz centrumától 32 millió fényév. A rotáció periódusa 50 milliárd év a centrum közelében, a Tejútrendszer rotációs sebessége a centrum körül 500 km/sec, a keringési idő 100 milliárd év. A rendszer össztömegére ebből 10^{15} naptömeg adódott.

Még 1952-ben kiderült, hogy a Cepheidák útján meghatározott távolságok kb. 100%-kal tévesek. Távlabbi extragalaxisok távolságát a bennük levő legfényesebb objektumok segítségével becsülték meg, feltételezve, hogy ezek az objektumok olyan abszolút fényességűek, mint a Tejútrendszer legfényesebb csillagai. $H\alpha$ szűrőkkel készült felvételek révén most kiderült, hogy ezek az objektumok nem csillagok, hanem hidrogén-emissziós ködök, emiatt a távlabbi extragalaxisok eddigi távolságadatai útszeres korrekcióra szorulnak, s ugyanolyan korrekcióra szorul a Hubble-féle konstans.

Érdekesebb új sztellársztronómiai könyvek: C. Payne—Gaposchkin: *The Galactic Novae*. North Holland Publishing Company; E. Schatzman: *White Dwarfs*. (Ugyanazon kiadó); L. H. Aller: *Gaseous Nebulae*. London, Chapman—Hall.

AZ 1957/58-AS ERŐS NAPTEVÉKENYSÉG

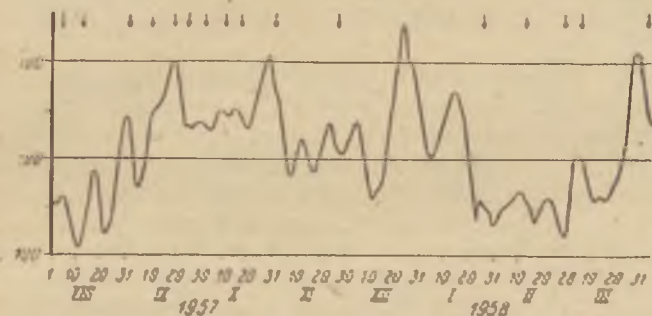
Szakkörökben és a nagyközönség között egyaránt élénk érdeklődést keltett az elmúlt hónapok rendkívül erős naptevékenysége. Ez az érdeklődés nem is alaptalan, mert a legutóbbi naptevékenységi maximum mind csillagászati, mind geofizikai, meteorológiai és biológiai szempontból sok értékes megfigyelésre és következtetésre adott alkalmat. A következőkben erről közlünk rövid beszámolót, előre bocsátva, hogy az adatok feldolgozása még most folyik, az alábbi ismertetésünk tehát csak igen vázlatos lehet.

A *naptevékenység* mértéke az elmúlt hónapokban felülmúlta az eddig észlelteket. Több mint 250 évre visszamenőleg rendelkezünk — többé-kevésbé megbízható — adatokkal, de ez idő alatt még nem tapasztaltak a legutóbbihoz hasonló erősségű naptevékenység-maximumot. Kitűnik ez, ha összehasonlítjuk az eddigi két legerősebb maximum havi közepes napfoltrelatívszámait.* A közepes relatívszám 1778 májusában 238,9, 1947 májusában 201,3, míg 1957 októberében 257,8 volt. Ugyancsak példa nélkül áll az is, hogy a napfoltrelatívszám havi közepe 5 hónapon keresztül (1957. szeptember—1958. január) 200-as érték felett volt; az eddigi maximumoknál csupán a legerősebb naptevékenység hónapjában emelkedett nagy ritkán 200 fölé.

A legutóbbi maximum ellentmondott az eddigi tapasztalatoknak és statisztikus törvényszerűségeknek is. M. Waldmeier zürichi napfizikus számításai szerint a maximumnak 1958 augusztusában kellett volna bekövetkezni, mintegy 160-as relatívszámmal. Ezzel szemben a valóságban a maximum már 1957 utolsó negyedében jelentkezett 250 körüli értékkel. A 11. ábra mutatja a naponkénti napfoltszám ingadozását a maximum körüli hónapokban, a zürichi adatok szerint. (A grafikon az ún. kiegyenlített napfoltrelatívszámokat mutatja, ahol is ki vannak

*A Wolf-féle napfoltrelatívszám a közismert $R = 10g + f$ formulából határozható meg, ahol R a relatívszám, g a Napon észlelt napfoltcsoportok száma és f az összes napfoltok száma. A relatívszám elég jól alkalmazható a naptevékenység mértékének meghatározására.

szűrve a kisebb, szabálytalan ingadozások. A valódi napfoltszámok az I. táblázatban találhatók). Az adatokból megállapítható, hogy a legnagyobb relativszám 355-ös értékkel 1957. december 24—25-én volt. A napfoltmaximumot erre az időpontra is helyezhetjük, valószínűnek látszik azonban, hogy a naptevékenység maximális értéke szeptember 10-e és november 10-e között volt. Igaz ugyan: hogy ekkor a relativ-



11. ábra. A kiegyenlített napfoltszám ingadozása 1957. VII. 1. — 1958. III. 31. között a zürichi észlelések szerint. A lefelé mutató nyilak egy-egy napfoltcsoportnak a Nap középvonalán történő áthaladását jelölik.

szám értékei alacsonyabbak voltak — szeptember 21-én és október 29-én egyaránt 334 —, a geofizikai jelenségek kiértékeléséből azonban határozottan ez az időszak látszik a legaktívabbnak. Emellett ebben az időben a relativszám hosszabb ideig tartózkodott a 200-as érték felett, mint decemberben. Ezek alapján a naptevékenység maximumának valószínű időpontja: 1957. 8.

Különösen erős volt a naptevékenység az 1957 július és 1958 június közötti időben. Ez alatt az idő alatt nem ritkán 100—200 napfolt volt észlelhető a Nap félgömbjén, 15—20 csoportban eloszolva. Több esetben igen nagy méretű napfoltcsoportok vonultak át a napkorongon. A 11. ábrán lefelé mutató nyilakkal jeleztük azokat az időpontokat, amikor egy-egy nagyobb méretű foltcsoport a Nap középvonalán áthaladt. Ezek az időpontok geofizikai és meteorológiai szempontból különösen jelentősek, mert a földi zavarok nagyjából a nagyméretű csoportok átvonulása körül következnek be.

Ilyen időpontok az 1957. VI. és 1958. VI. közötti időben: 1957. júl. 5, 23, aug. 4, 13, 25, szept. 1, 10, 11, 27, okt. 2, 11, 18, nov. 1, 27, dec. 10, 19, 26, 31, 1958. jan. 26, február 13, márc. 1, 7, 18, 29, 30, ápr. 2, 9, 21, 26, máj. 3, jún. 9, 17.

Az említett nagy napfoltcsoportok közül több pusztán szemmel — sötét üvegon keresztül — látszott, Ezek mérete legalább 50 000 km

volt, mivel ennél kisebb objektumok a Napon távcső nélkül nem láthatók. Ilyen csoport volt észlelhető pl. 1957 októberében.

Ugyancsak igen erős volt a Nap fáklya- és protuberancia- tevékenysége is. Számos kromoszférikus kitörést regisztráltak az elmúlt hónapokban, ezek egy része sugárzásával a földi viszonyokra is hatással volt.

Jelenleg már túl vagyunk a maximális időszakon, bár még mindig jelentkeznek erősebb kitörések. A minimum azonban még messze van, tapasztalati képletek alapján 1964 körül várható (A legutóbbi minimum 1954,5-ben volt).

A Föld mágneses terének időbeli változása szoros összefüggésben van a Nappal. A napsugárzás ionizáló hatása a periodikus lefolyású szabályos napi változást idézi elő. (A napi ingadozás nyáron nagyobb, mint télen.) A földmágneses tér napi változása Magyarországon a vízszintes és függőleges összetevőben (horizontális és vertikális összetevő, rövidítve H és Z) 30—50 gamma*, azaz az összetevő $1\text{--}2\frac{1}{100}$, a deklinációban 14—18 ívperc.

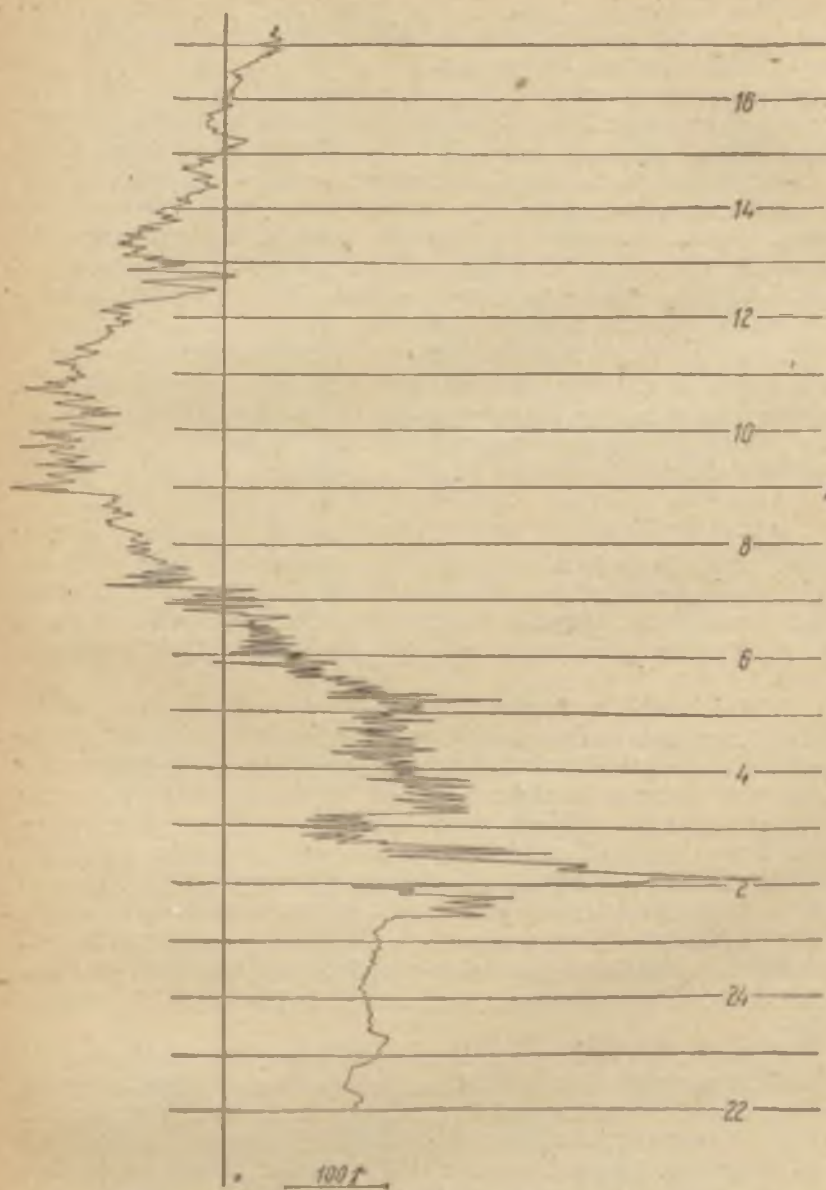
A napkitörések (kromoszférikus kitörések, flare-ek vagy erupciók) után kb. 24—48 órával a földközeli nagyobb mennyiségben érkező részecskék — korpuszculák — elektromágneses hatása gyors, nagy változásokat, ún. mágneses viharokat okoz. A mágneses vihar alkalmával az ingadozás a normális napi menet tízszeresét, a Föld mágneses pólusai környékén elérhet még ennél is nagyobb értéket.

Mivel az elmúlt év a naptevékenységi maximummal esett egybe, várható volt a zavarok gyakoriságának és erősségének növekedése. Ez valóban be is következett. A legerősebb mágneses zavarokat a II. táblázat tünteti fel, megadva a viharok időpontját greenwichi időben, valamint a változás nagyságát gammákban a horizontális, vertikális és deklinációs (D) elemekben.

A mágneses háborgások általában 10—24 órán keresztül tartottak. A viharok jellegzetes „beütéssel” kezdődnek, és nagy amplitudójú változás után fokozatosan csillapodnak. A 12. ábrán egy igen jellegzetes, rendkívül erős mágneses háborgást mutatunk be. Ezt a mágneses vihart az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Tihanyi Observatóriumában az 1958. február 11-i sarkifény idején regisztráltuk. 1957 szeptemberében figyelték meg a legtöbb mágneses háborgást.

Sarkifényekben egyébként is gazdag volt a legutóbbi maximum. Először 1957. január 21-én jelentkezett hazánkban is észlelhető sarkifény-jelenség. Az 1958. február 11-i egyike volt a legerősebb északi fényeknek, melyet hazánkból láttak. Jóval gyengébb volt az 1958.

*A mágneses télerőt Gaussokban és ennek $1/100\,000$ -ed részeiben, gammákban mérjük. Hazánkban pl. a teljes télerő 46 000 gamma,



12. ábra. A földmegtérő vízszintes összetevőjének ingadozása az 1958. február 11-i sarkfőny idején, az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet tihanyi obszervatóriumának regisztrátuma szerint.

július 8-i. Szeptember 11-én újabb erős sarkifény jelentkezett. Mindhárom sarkifény egy-egy nagyobb napfoltcsoport térségében felvillanó napkitöréssel hozható kapcsolatba.

A *kozmos sugárzás* változása ugyancsak érdekes volt. Mint ismeretes, az általunk megfigyelhető másodlagos kozmikus sugárzás-részecskék — főként mű-mezonok — kb. 16 km magasságban keletkeznek, ahol a légkörbe hatoló elsődleges részecskék — jobbára protonok — keltik ezeket. Maga a kozmikus sugárzás nincsen túl szoros kapcsolatban a naptevékenységgel. Megfigyelték azonban, hogy erősebb napkitörések után a sugárzáserősség gyakran csökken. Ez a csökkenés a Föld mágneses terének változásával, esetleg a légkör magasabb rétegeinek felmelegedésével magyarázható.

Az 1957. VII. és 1958. VIII. közötti időszakban igen jellegzetes és erős kozmikus sugárzás intenzitás-csökkenés volt mérhető az 1958. február 11-i sarkifényt követő második napon. Az 1957 szeptemberi és októberi, állandónak mondható erős naptevékenység ideje alatt a sugárzás-intenzitás tartósan az átlagos alatt maradt. Sugárzás-minimum jelentkezett december 19-e és 21-e között is.

A *naptevékenység és az időjárás* közötti kapcsolat kérdése már több évtizede foglalkoztatja a meteorológia kutatóit, de a probléma még ma sincsen véglegesen eldöntve. Mindenesetre az eddigi kutatásokból annyi bizonyosnak látszik, hogy a 11 éves napfolt-ciklus tisztán csak a trópusok hőmérsékletében jelentkezik, már pl. Közép-Európában a hullám kettős.

Legérdekesebb a naptevékenység rövid tartamú (1—2 hetes) „lökése”, melynek eredményeként az európai-atlanti térségben a szélrendszer határozott átfordulásokat szenvedhet. Ha a légkörzés meridi-onális volt (túlnyomórészt észak—déli szelekkel), akkor gyors és erőteljes napfoltszám-emelkedés után zonálisra fordul, vagyis nyugat—keleti lesz az uralkodó szelek iránya. (A nyugati szél télen enyhülést, nyáron lehűlést hoz!) Különösen fontosak azok a napkitörések, melyeknek eredményeként erőteljes mágneses zavar is jelentkezik. Ekkor Közép-Európa térségében rendszerint erős felmelegedés tapasztalható. Ezt ki lehet mutatni a jelenlegi naptevékenységi maximumban is, a nagyobb napfoltcsoportoknak a napkorong közepén történő átvonulása után.

A budapesti adatok szerint ilyen esetekben az átvonulást magában foglaló 10 nap alatt legalább 2 °C-os (maximálisan 5 °C) felmelegedés ment végbe. Jellemezte még a fenti időszak naptevékenységét egy kb. 3 havi ritmusosság is, ami nagyon szépen jelentkezett a hőmérséklet havi átlagaiban. (Meleg hónapok: 1957 február, június, szeptember, november, 1958 február, május.) A hőmérséklet 3 havi ingadozása kb. 2 °C-ot tett ki. Meg kell jegyeznünk, hogy a naptevékenység és a hő-

1. táblázat

Zürichi napfoltrelatívvszámok 1957

Dat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	160	108	155	140	124	158	185	144	244	236	266	230
2	189	120	164	152	121	163	194	148	225	234	250	217
3	212	102	137	135	118	180	204	162	190	242	232	230
4	224	110	128	160	106	169	135	163	173	217	224	243
5	226	110	124	138	92	159	213	158	171	219	201	260
6	252	123	147	108	138	194	226	163	160	227	182	245
7	224	138	147	138	140	170	192	157	137	234	177	190
8	207	151	144	160	150	145	152	141	172	244	158	197
9	166	157	180	163	162	168	162	121	215	267	192	152
10	153	142	186	150	195	158	135	89	240	264	226	148
11	151	136	210	121	211	140	107	96	245	232	232	151
12	155	132	224	114	204	160	93	116	253	236	231	157
13	134	122	228	143	197	178	97	104	252	244	221	161
14	121	130	175	122	214	158	136	135	251	232	210	167
15	86	142	156	162	210	225	156	157	247	261	177	174
16	100	153	146	181	196	239	184	195	252	268	179	187
17	112	140	150	202	179	252	203	197	258	251	181	205
18	143	132	147	205	185	272	218	196	273	222	185	225
19	170	123	147	207	173	274	223	186	290	217	194	245
20	170	117	122	208	182	272	238	170	302	230	207	284
21	177	123	120	214	205	264	250	138	334	237	234	299
22	193	130	137	218	159	242	255	114	302	241	263	316
23	191	132	152	226	180	232	265	108	268	254	251	343
24	209	134	145	248	186	235	265	110	238	276	238	355
25	184	137	160	251	150	208	227	137	234	240	211	355
26	168	131	170	223	132	212	206	264	215	293	199	337
27	150	141	155	215	132	220	173	181	226	280	201	275
28	141	129	152	221	153	109	158	204	242	317	215	260
29	132	—	154	177	162	180	142	236	242	334	215	275
30	107	—	172	155	179	204	159	252	224	317	181	274
31	108	—	145	—	179	—	150	261	—	299	—	255
Köz:	165,0	130,2	157,4	175,2	164,6	200,7	187,2	158,0	235,8	253,8	210,9	239,4

Évi közép: 190,7

2. táblázat

Erősebb mágneses háborgások a tihanyi mágneses obszervatórium észlelései alapján

A háborgás kezdete			A változás nagysága			A háborgás kezdete			A változás nagysága		
GMT			Z	H	D	GMT			Z	H	D
1956	IX	8 10 ^b 07 ^m	131	236	272	1957	IX	4 13 ^b 00 ^m	217	344	411
1957	I	21 12 57	118	350	311			13 00 48	99	404	220
	III	1 16 19	78	279	235			22 13 43	146	243	226
	IV	17 11 38	48	295	209			29	180	311	
	VI	30 05 24	119	262	378	1958	II	11 01 26	132	750	556
	VIII	29 19 08	16	201	142		V	31 16 51	43	205	214
	IX	2 03 14	86	209	281		VI	28 17 50	92	274	153

3. táblázat

Erősen aktív naptevékenységű napok 1957 július és 1958 június között

1957. július 1, 2, 5; augusztus 6, 13, 31; szeptember 2—6, 14, 21—30; október 14; november 7, 25—27; december 11, 31.
1958. január 1, 18, 21; február 5, 6, 11—18, 21; március 5, 6, 12, 13, 18—21, 25, 31; április 2, 4, 16—18, 29; május 14, 26, 37, 29, 31; június 1, 7, 9, 10.

mérséklet kapcsolata Budapesten a téli és a nyári félévben ellentétes is lehet. Pontosabb összefüggést a Geofizikai Év eredményeitől várhatunk.

A *biológiai jelenségek* és a naptevékenység kapcsolatának feltárása ma még a kezdet kezdetén tart. Az e témával foglalkozó cikkek mindenestre lerögzítik, hogy a naptevékenység hatással van az emberi szervezetre. Ennek igazolására az Országos Reuma és Fürdőügyi Intézetben ilyen irányú kutatással is foglalkoznak. Talán nem lenne érdektelen megemlíteni néhány esetet, melyek a naptevékenység hatását látszanak igazolni.*

Intézetben az alábbi napokat találtuk aktívaknak: 1958. április 1-én nehézlégzéses tünetek, vérnyomásemelkedések fordultak elő. Április 2-án: halálesetek növekedése, nyugtalanság, indokolatlan lázkiugrások és tüdőinfarctus. Végül jún. 16-án a halálesetek számának növekedését és agyvérzést tapasztaltunk. A fenti napok mindegyike egy-egy nagyobb napfoltcsoport átvonulásával kapcsolatos. Itt csupán azokat az eseteket vettük figyelembe, melyeknél időjárási hatások fellépése nem látszott valószínűnek.

*Az ORFI-ban 1958 március közepe óta foglalkoznak behatóbban az ilyenfajta vizsgálatokkal.

íj. BARTHA LAJOS:

A MAGYAR CSILLAGÁSZAT TÖRTÉNETÉBŐL II.

A felvilágosodás korának csillagászata

Az 1958. évre szóló Csillagászati Évkönyvben terjedelmesebb tanulmányt közöltünk a hazai csillagászat legrégebbi emlékeiről. E cikkben összefoglaltuk a magyarországi csillagászok munkáját és eredményeit a honfoglalástól a XVII. század végéig: tehát a primitív csillagászat, a középkori csillagászat és a copernicuszi forradalom időszakában. A következőkben ennek az ismertetésnek folytatását közöljük: a XVIII. századnak hazai csillagászatát. A két cikk egymással összefügg, de ügyeltünk arra, hogy különállóan is megérthetők legyenek. Az alábbi tanulmány tehát nem feltételezi az előző ismeretét.

A felvilágosodás korának tudománya. Reménytelen feladatnak látszik egy eredményekben gazdag korszak bemutatása néhány mondattal. Mégis — a következők megértéséhez — szükségesnek látszik, legalább vázlatosan bemutatni a felvilágosodás korának tudományát. Ez az időszak a XVII. századdal kezdődött, és a XIX. század közepén zárult. Voltaképpen az a hatalmas társadalmi átalakulás indította meg, melynek során a polgárság magához ragadta az anyagi és szellemi hatalmat. Ez az időszak a francia forradalomban érte el fénykorát. A polgári forradalmak előkészítésében azonban igen nagy szerepet játszott a XVII—XVIII. századmindent átfogó szellemi mozgalma: a *felvilágosodás*.

A XVII. században a fizikai tudományok terén számos igen jelentős eredmény született.* Elég talán, ha Galileire és Newtonra utalunk a mechanika megalkotása terén. Ugyanakkor indult fejlődésnek az optika és az akusztika is. Mindez nem volt véletlen, hiszen a polgárság gyakorlati érdeke (a fellendülő ipar és kereskedelem), nemkülönben filozófiája (az ún. mechanikus materializmus) igényt támasztott a tudományos eredményekre.

Newton, Leibniz, Huygens és Lagrange megteremtették azt a

*Az élettani tudományok terén a mikroszkóp felfedezése nyitott óriási távlatokat.

matematikai apparátust, mely képes volt új természettörvények fel-
tárására és leírására (*infinitezimális számítás*).

A XVIII. század csillagászata. Ebben az időben a csillagászat igen jelentős szerepet játszott, jóformán a fizikai tudományok legfontosabbika volt. Ez érthető is, hiszen *elméleti teren a csillagászat a newtoni mechanika próbaköve volt, gyakorlatban viszont az ekkor meginduló hajózás, térkepezés csillagászati alapokon nyugodott. E tényezők eleve megszabták a csillagászati vizsgálatok irányát: egyfelől az égitestek mozgástörvényeinek tisztázása — és ezen keresztül a Naprendszer, sőt, ahogyan akkoriban gondolták, az egész világmindenség szerkezetének feltárása —, másfelől a csillagászati helyzet- és időmeghatározási módszerek kidolgozása, valamint ezek pontosságának fokozása volt a cél.* Joggal nevezhetjük tehát ezt a korszakot az *égimechanika korának*. Ez az időszak Newtonnal kezdődött a XVII. század végén és Herschel, illetve F. Arago kutatásaival zárult a XIX. század második felében.

Természetes tehát, hogy a XVIII. század legjelentősebb tudományos eredményei is az égimechanika terén születtek. Clairaut, Bessel, Gauss, Laplace és kortársaik nagy pontossággal kidolgoztak az égitestek mozgástörvényeit. Halley e törvényeket a bolygokról az üstökösökre is kiterjesztette. Bradley a fény aberrációjának felfedezésével fizikai bizonyítékot szolgáltatott a heliocentrikus rendszer helyességére. A század elején Halley kimutatta a csillagok saját mozgását, egy évszázaddal utóbb Herschel már a Tejútrendszer szerkezetét vizsgálta. Az Uranusz és a kisbolygók felfedezése (Herschel, Piazzi stb.) ugyancsak az égimechanika fejlődését mozdította elő. A Naprendszer szerkezetének feltárásában jelentős eredmény volt a Nap—től távolság meghatározása (Cassini, Hell, de Lalande stb.).

A térképezés és különösen az ún. „nagy francia fokmérés” igen pontos csillagászati táblázatokat követelt. Így laktak napvilágot az első nagy Nap, Hold és csillagtáblázatok, valamint térképek (Cassini, de Thury, de la Hire, La Condamin, Bouger, Flamsteed, Tobias Mayer, S. Bailly és társaik munkája nyomán). Mindezek a munkálatok első-sorban fokmérő eszközöket kívántak, ezért ebben az időben főként az ilyen műszerek fejlődtek. Nagy szerepük volt a negyed- és hatodkör-
íveknek (quadrans és sextans), valamint teljes köröknek (repetíciós körök). A fokbeosztást hordozó körök azért voltak nagyok, hogy a leolvasás pontossága növelhető legyen. Ekkoriban terjedtek el a tükrös távcsövek (reflektorok), míg a század közepétől a szintelenítő — akromatikus lencséjű — refraktorok hódítottak tért. A műszerek mérete nem emelkedett jelentősen: 8—10 cm-es lencsék és 15—20 cm-es tükrök már nagynak számítottak. A műszergyártás különösen Angliában virágzott (Troughton, Short, Ramsden), míg a francia és német eszközöknek alárendeltebb szerep jutott.

Az eredmények szintéziseként megszülettek az első tudományos kozmogóniák Buffon, Descartes, Laplace és Kant munkája nyomán.

A csillagászat rohamos fejlődése egyre újabb és újabb obszervatóriumokat követelt. A párizsi és greenwichi obszervatóriumok nyomán számos új csillagvizsgáló keletkezett. A XVIII. század végén Európában 34, Ázsiában 1 csillagvizsgáló működött.

Magyar csillagászat a XVIII. század elején. Hazánk helyzete az 1700-as évek első évtizedeiben közel sem volt olyan kedvező, mint a legtöbb európai államé. A török hódoltság és az azt követő politikai zavarok korszaka hosszú időre visszavetette a kulturális fejlődést. Nem egy kiváló képességű honfitársunk külföldön volt kénytelen dolgozni. De a tehetségesebb fiatalok is idegen főiskolákon (Ausztriában, Németországban, Itáliában és Hollandiában) fejezték be tanulmányukat. Itt ismerkedtek meg az új szellemi irányzatokkal és tudományos eredményekkel. Ennek nyomán idehaza is fellendült a művelődés: *a század közepén már majdnem teljesen felszámoltuk elmaradottságunkat.*

Ez az időszak több kiváló — külföldön is elismert — tudóst adott hazánknak. Bél Mátyás geográfus, Lipszky János és Mikovinyi Sámuel térképészek, Born Ignác geológus, Kerckgedei Makó Pál matematikus, Hevenessy Gábor, Segner János és Szentiványi Márton fizikusok, Pósa-házi János természetfilozófus és még sokan mások nemzetközi viszonylatban is megállták helyüket.

Nagy tudósaink, kevés kivétellel, tanárként is tevékenykedtek, hiszen ez idő tájt az *egyetemek voltak a tudomány fellegrárai.* Hazánkban a Pázmány Péter alapította *nagyszombati egyetem,* valamint a reformátusok *debreceni, nagyenyedi és sárospataki* főiskolája tett szert jó hírre. Ekkoriban kezdett egyre nagyobb szerephez jutni a fizika tanítása. Főiskoláinkon — némi késéssel — szintén megkezdődött a fizika-oktatás. A fizika és néha a geográfia keretén belül került sor a csillagászati ismeretek tárgyalására. Régi tankönyvek alapján képet alkothatunk magunknak a korszak fizika- és csillagászat-tanításának tárgyköréről.

A csillagászat oktatása meglehetősen szerény keretek között mozgott. *Általában az égbolt látszólagos mozgását, a Nappal, Holddal, bolygókkal és üstökösökkel kapcsolatos jelenségeket, fogyatkozásokat, csillagfedéseket, időmérési és kronológiai kérdéseket tárgyaltak.* A geográfiában a *csillagászati helymeghatározásról* esett szó. Sokszor a csillagászat-hoz számították a légköri tűneményeket: *sarkifényt, halót, szivárványt* is.

Ami a csillagászati világgépet illeti, itt meglehetősen hosszú ideig még a geocentrikus rendszer uralkodott, bár ismertették a heliocentrikus elgondolást is. Szép példái ennek Szentiványi Márton és Pósa-házi János könyvei, ahol a kétféle rendszer közül még a ptolemaioszit részesítik.

tik előnyben. A XVIII. század első harmadától azonban a coperniciusi rendszer fokozatosan kezdte kiszorítani a geocentrikust.

A *nagyszombati* egyetemen már az alapítás óta foglalkoztak kisebb-nagyobb mértékben csillagászzal. Erre vallanak az egyetem régi évkönyvei. A XVIII. század első évtizedeiben a tanítás szünetelt, de 1725-ben újra kezdetét vette, most már új, modernebb alapokon. *Kolosvári Pál* adta elő a fizikát, méghozzá valószínűleg kísérletekkel és bemutatásokkal kísérve. Feltehetőleg ekkor már távcsővel is rendelkezett az egyetem, hogy a hallgatók számára az égitesteket bemutat-hassák. Nem sokkal később *Kéry Ferenc* már maga készített *tükrös távcsöveket*. E távcsövek — melyek kb. 18—20 cm átmérőjűek lehettek — nagy port vertek fel, mert még külföldi szakemberek is emlegették őket, idehaza pedig fél évszázaddal később is hivatkoztak rájuk. Kétségtelen, hogy Kéry tehetséges optikai szakember volt, és műszerei a maguk idejében igen kiválóak lehettek.

A *debreceni* református kollégium 1735-ben szerzett be távcsövet. Ez a ma is meglevő műszer mintegy 5 cm-es objektív átmérőjével nem tartozott ugyan a nagyobbak közé, oktatási célokra azonban igen jól megfelelt. A kísérleti fizika tanítását 1742-ben *Szilágyi Sámuel* kezdte meg, *magas szintre azonban Hatvani István fejlesztette*. Hatvani 1749-ben foglalta el tanári állását a debreceni főiskolán. Fizikával, filozófiával és orvostudománnyal foglalkozott, de *csillagászati munkát is végzett*. Elsőnek határozta meg Debrecen földrajzi szélességét, méghozzá igen pontosan. A Nap delelési magasságából mérve $47^{\circ}25'$ -et kapott, szemben a mai mérésekből adódó $47^{\circ}33'$ -cel. Már leydeni tanulmányi idején megfigyelt egy holdfogyatkozást (1748), Debrecenben tanulmányozta az 1769-es üstököst, sőt megkísérelte a pálya meghatározását is. 1776-ban a hazánkban is látható sarkifényt észlelte. Vizsgálatairól külföldi lapokban több cikket közölt.

Igen jó csillagászati felszereléssel dicsekedhetett a *sárospataki* kollégium „múzeuma” (szertára). Főként *Szilágyi Márton* és *Barcafalvi Szabó Dávid* szerzett be számos fizikai eszközt, közöttük *csillagászati műszereket*. A XVIII. század második felében már egy 3 méternél hosszabb, 5,1 cm átmérőjű lencses távcsővel, ún. napmikroszkóppal (a Nap kivetítésére alkalmazható műszer), több kisebb távcsővel, éggömbökkel, csillagórakkal rendelkeztek. Bár komolyabb észlelés nem történt Sárospatakon, a rendelkezésre álló műszerek a csillagászati ismeretek oktatásához elsőrendűek voltak. Valószínűleg hasonló eszközöket tartalmazott a *nagyenyedi* kollégium gyűjteménye is.

Didaktikai célt szolgáló csillagvizsgálóink közül még a *kolozsvári* főiskolai obszervatórium említésre méltó. Ez az intézet a jezsuiták Báthory egyetemének keretében működött. Szervezése Heli Miksának, (1720—1792) a XVIII. század egyik legkiválóbb csillagászának nevéhez

fűződik. Hell 1752-ben került Kolozsvárra, és ott nagy szorgalommal látott a tervezett csillagvizsgáló berendezéséhez. Rövidesen beszerették a műszereket, melyekkel Hell az obszervatórium építésének befejezéséig saját lakásán végzett észleléseket. Sajnos ezek az észlelések hamar félbeszakadtak, mert Hell Miksát 1755-ben a bécsi csillagvizsgáló igazgatói székébe hívták. Távozása után nem találtak olyan szak-



13. Ábra. A árospataki kollégium fizikai gyűjteményének egyszerű (nem akromatikus) lencsés távcsöve, a XVIII. sz. első feléből. (Jabloneczay A. felvétele.)

embert, aki a kolozsvári csillagvizsgáló működését — melyet 1766 körül építettek ki véglegesen — tudományos szinten biztosítani tudta volna. Így csak kisebb észlelésekre, iskolai gyakorlatokra használták. 1798-ban tűzvész pusztította el az első obszervatóriumot, a megmaradt eszközöket ekkor új helyükre szállították, ahol a csillagvizsgáló 1805-ig működött.

Hell Miksa és a hazai csillagászat. Hell nemcsak korának kiváló tudósa, de a hazai csillagászatnak is megteremtője volt. A kolozsvári csillagvizsgáló alapításán kívül nevéhez fűződik a sokkal jelentősebb nagyszombati és egri obszervatóriumok szervezése, ezenfelül részt vett a budai csillagvizsgáló terveinek összeállításában is. Tanulmányait a bécsi csillagvizsgálóban végezte az akkoriban nagy hírnű Marinoni és Franz osztrák csillagászok mellett. Nagy elméleti és gyakorlati tudására való tekintettel őt bízták meg 1751-ben a tervezett nagyszombati csillagvizsgáló szervezésével.

Egy nagyméretű, tudományos igényeket is kielégítő csillagászati obszervatórium felállításának gondolata 1751-ben, a nagyszombati egyetem átépítésével kapcsolatban vetődött fel. A szervezéssel Hell Miksát bízták meg. Hell megkezdte a tervezést, de még az építkezés megindulása

előtt Kolozsvárra helyezték. Szerencsére a munka folytatása jó kezekben volt: *Weiss Ferenc* (1717—1785) *nagyszombati matematika tanár nagy igyekezettel és hozzáértéssel vezette a munkálatokat.* Az alapkötetével 1753-ban történt, de a közbejött akadályok miatt csak három esztendővel utóbb fejezték be a munkálatokat.

A nagyszombati egyetemi csillagvizsgáló műszerei egy kb. 40 m magas épület felső emeletének termeiben és az erre emelt három kupolában nyertek elhelyezést. (A kupolákat *Hell* tervezte, és pedig oly sikerrel, hogy azokat a későbbi *egri és budai csillagvizsgálókon kívül*



14. ábra. Napmikroszkóp a XVIII. sz. közepéről. (Sárospataki gyűjtemény. Jablonczay A. felv.)

a bécsi és a varsói is utánolta!) Az első műszerek listája nem maradt fenn, valószínűleg azonban ezek között voltak *Kéry Ferenc* már említett távcsövei is. Egy későbbi felsorolás szerint a csillagvizsgáló jelentősebb műszerei közé tartozott 6 tükrös távcső, melynek átmérője 5 cm és 20 cm között volt, gyújtótávolságuk pedig 60 cm és 240 cm közt változott. E műszerek közül 3 *Newton-rendszerű*, 3 pedig *Gregory-féle* fűrt tükrű reflektor volt. A fokméréshez 2 nagyobb és két kisebb mozgatható

quadráns, valamint egy nagyobb, 2 méter sugarú körrel felszerelt, a délkör irányában szilárdan felállított quadráns állt rendelkezésre. Tudunk még két napmikroszkópról is, melyekkel többek közt a Napot is lehetett észlelni. A lencsés távcsövek közül egy angol gyártmányú, kb. 250 cm hosszú refraktor érdemes említésre. Az időmérésre két ingára szolgált. Ezek bécsi gyártmányok voltak.

A megfigyeléseket *Weiss* és tehetséges munkatársa, *Sajnovics János* végezték. Az első feladat a csillagvizsgáló földrajzi helyzetének megállapítása volt, ezt *Hell* és *Weiss* hajtották végre, kiváló pontossággal. Később főként a *Jupiter holdjainak helyzetét és a csillagoknak a Hold által történt elfedését figyelték.* Történt még időmeghatározás is. Különösen nevezetes volt az 1761-es *Vénusz-átvonulás észlelése.* Ekkor már tudták, hogy a *Vénusznak* a Nap előtti elvonulásakor meghatározható a Nap—Föld távolság. Erre 1761-ben került sor, amikor is Nagyszombatban *Weiss* vezetésével mellett *Sajnovics* és *P. M. Trisnecker* vett részt. A megfigyelésekről 2—3 évenként megjelenő kiadványban, az „*Observationes Astronomicae anni...*”-ban tettek jelentést. Ez a kiadvány akkoriban világszerte ismert volt, így pl. egy alkalommal *D. Bernoulli* sürgette megküldését, máskor a *greenwichi* és a *szentpétervári obszervatóriumok* kérték. Általában a nagyszombati

csillagvizsgáló nagy hírnévnek örvendett. Külföldről is felkeresték. 1761-ben *Cassini*, a híres francia csillagász látogatta meg, és elismeréssel nyilatkozott obszervatóriumunkról.

Hell ekkor már Bécsben élt, 1755-ben őt nevezték ki udvari csillagász-szá (*Astronomus Caesaroregius*). Itt sem tagadta meg hazáját, és távolból is irányította a magyar csillagvizsgálók működését. Állandó levelezésben állt csillagászaikkal, az általa szerkesztett „*Ephemerides Astronomicae*...” című évkönyv is sok tanulmányt közölt a hazai tudósok tollából. Ezek révén a hazai obszervatóriumok nemsokára világhírnek örvendtek, különösen a nagyszombati, mely alapítását és felszerelését tekintve mindenképpen Európa egyik legjobb csillagvizsgálója volt.

A budai csillagvizsgáló. A nagyszombati egyetemet a jezsuiták tartották fenn. A rend eltörlése (1773) után az egyetem és a csillagvizsgáló is a kancellária felügyelete alá került, de régi tanárai megmaradtak. Felvetődött azonban a gondolat, hogy az egyetemet Budára költöztetik.

Erre 1777-ben került sor, mikor a csillagvizsgálót az egyetemmel együtt a budai királyi palotába telepítették, bár *Hell* a Gellérthegyet javasolta e célra. Az észlelésekre szolgáló termeket a palotára emelt torony felső helyiségeiben helyezték el, ezek fölött négy kis kupola emelkedett, melyek közül azonban csak kettő volt forgatható. A csillagvizsgáló elhelyezése nem volt szerencsésnek mondható. A torony szilárdsága is sok kívánnivalót hagyott, emellett az észlelő helyiségek ablakainak iránya sem volt megfelelő.

Megnehezítette a munkát a felszerelés avultsága is. Ekkoriban már világszerte elterjedtek a *J. Dollond* által gyártott akromatikus lencsék. Ilyenekkel kellett volna felszerelni az obszervatóriumunkat, sajnos azonban a műszerek felújítása — a kamara szűkmarkúsága foly-



15. ábra. *Hell* Miksa (1720—1792) lapp ruhában, wardi útja után. Balra tőle kisebb szállítható quadrans egy részlete látható. (Korabeli metszet után.)

tán — nagyon vontatottan történt. Jellemző, hogy a XIX. század elején a távcsövek „olgy ingadozó fatartalmányokon állnak, hogy a vizsgálónak nagy tűrésre és sok időre van szüksége, míg a billegésre nagyon hajlandó fatsők lecsendesednek”*.

A négy óra közül is csupán egy volt használható állapotban.

Összesen 13 műszer került Budára, néhány kisebb Nagyszombatban maradt. Ezekkel *Taucher Ferenc* végzett észleléseket. Budán az észlelések főként a *Nap delelésének rögzítésére* és *bolygóhelyzetek mérésére* terjedtek ki. Ezen felül a század végén, és a XIX. sz. elején *földrajzi helyzetmeghatározások* is történtek, melyekkel az országos térképészeti hálózathoz csatolták Budát. Az észlelésekről a már említett Hell-féle évkönyvekben, Bernoulli „*Sammlung kurzer Reisebeschreibungen*”-jében és *Bode* Berlinben megjelenő „*Astronomisches Jahrbuch*”-jában történt beszámoló.

A meglehetősen szerény csillagászati munkánál *jelentősebbek a budai obszervatórium meteorológiai észlelései*. A badeni herceg elnökleto alatt Mannheimban 1778-ban „*Societas Meteorologica Palatina*” névvel társaság alakult, mely felszólította Európa akadémiait és egyetemeit, hogy vegyenek részt egy közösen megszervezett légkörtani megfigyelő hálózat munkájában. Ennek keretében Budán is megindultak az észlelések, melyeket *1781-től* Weiss, majd később utódai végeztek. E megfigyelések a *hőmérsékletre, légnyomásra, csapadékra, felhőzetre, szélre és egyéb meteorológiai jelenségekre* terjedtek ki, a megfigyeléseket napjában négyszer végezték. Az adatok a Mannheimi Társaság „*Ephemerides Societatis Meteorologicae Palatinae*” című évkönyveiben jelentek meg. Bár a Társaság a 90-es évek közepén megszűnt, a budai észlelések — kisebb-nagyobb megszakításokkal — még évtizedeken keresztül folytak. Ezek révén fővárcsunk *egyike a világ leghosszabb meteorológiai megfigyelősorozattal rendelkező városainak*.

Weiss halála után a nagyszombati fiókállomás vezetője, *Taucher Ferenc* került az igazgatói székbe. (Ezzel Nagyszombaton teljesen megszűnt a csillagászati munka.) Sajnovics másodcsillagász 1779-ben szintén megvált állásától, az ő helyét *Bruna Ferenc* foglalta el. Mind Sajnovics, mind *Bruna* igen szorgos észlelők voltak, a megfigyelések jó része tőlük származik. *Bruna* mellett dolgozott még *Bogdanich Dániel Imre* is. *Brunát* később *Gröber* és *Hulman* majd *Paquich* adjunktusok váltották fel.

A maga idejében oly híres nagyszombati csillagvizsgáló utódtintézete azonban ekkor már teljesen elavult. Műszerei csupán a tanítási gyakorlatokra voltak alkalmasak, s bár történt velük néhány

**Kmeth Dániel*: Tudományos Gyűjtemény. 1817. 6. füzet.

figyelemre méltóbb észlelés — pl. az *Uránusz megfigyelése* — az intézet tudományos működése megszűnt.

Az egri és a gyulafehérvári obszervatóriumok. Ugyanebben az időben — a XIX. század elején — szakadt félbe az egyik legnagyobb szabású csillagvizsgálónk, az *egri liceum* intézetének működése is. Az egri csillagvizsgálót *Eszterházy Károly* püspök hívta életre, de szervezése szintén Hellnek köszönhető.

Eszterházyban még római tanulmányai alatt felvetődött egy főiskola létesítésének gondolata. Utaltunk már arra, hogy ekkoriban a



16. ábra. Az egri csillagvizsgáló egyik forgatható quadransa (baloldalon) és parallaktikus lencsés távcső (jobboldalon) a XVIII. sz. második feléből. (Uránia gyűjtemény, A szerző felvétele.)

csillagászat egyike volt a legnépszerűbb tudományoknak, melynek művelésével állami, egyházi és magánszemélyek egyaránt szívesen foglalkoztak. Természetes tehát, hogy amikor sor került az egri főiskola felállítására, azt csillagvizsgálóval is felszerelték. Hell örömmel vállalta a szervezés munkáját, s kétségtelen tény, hogy az ő munkássága nyomán fejlődött az egri „specula” Európa egyik legjobban felszerelt intézményévé.

Eszterházy gondoskodni kívánt szakcsillagászokról is, ezért először *Balajthy Mátét*, majd később *Madarassy Jánost* Bécsbe küldte Hell mellé tanulni. Közben a csillagvizsgáló építése és a műszerek beszerzése is szépen haladt. Bár az egyetem 1785-ben épült ki teljesen, a csillagászati építmények — ahogyan akkoriban nevezték, „nézőtorony”, „csillagász torony” vagy „specula” — már 1779-ben készen álltak sőt az észlelések is megindultak a következő évben.

Felszerelését illetőleg az egri csillagvizsgáló felülmúlta mind a budai,

mind az elavult nagyszombati obszervatóriumot.* Már az első években a következő fontosabb eszközökkel rendelkezett:

120 cm-es quadráns két távcsővel,
parallaktikus távcső,
két Dollond-féle meridián távcső,
két refraktor, 310 és 465 cm gyújtótávolsággal, 8—10 cm átmérővel,
160 cm gyújtótávolságú Newton-reflektor,
160 cm gyújtótávolságú refraktor,
napmikroszkóp,
150 cm hosszú reflektor,
nagy, falra szerelt quadrans, meridián átmenetekhez,
két csillagászati ingaóra.



17. ábra. Nagy méretű, délkeletre állított faliquadráns az egri csillagvizsgálóban.

Később még néhány kisebb tükrös tárcsövet, egy angol szerelésű lencsés távcsövet és más műszereket is beszerettek. Az eszközök jobbára angol készítmények voltak. A felszerelést meteorológiai műszerek egészítették ki. Ilyen berendezéssel akkoriban csak kevés csillagvizsgáló dicsekedhetett, nem csoda hát, ha az egyik hírlapunk lelkes hangon számolt be az új obszervatóriumról:

„Egerben a Néző-torony már egészen elkészült. A Cs. K. udvari asztronómusnak, T. T. Hell Úrnak hiteles mondása szerint külön Néző-tornyot nem igen látni Európában... A hozzá való eszközök... 15 ezer Forintnál feljebb becsülhetnek... E'szerént tehát Magyarország most 3 nevezetes Néző-tornyokkal dicsekedhetik: az első idejére nézve a Nagy

Szombati, második a Budai, harmadik az Egri. Ritka az az ország, melyben ennyi találkozzék”***.

*A műszerek nagyobb része ma a TIT Uránia Csillagvizsgálójának gyűjteményében van.

***Magyar Hírmondó. 1781. 612. lap.

Ha ezekhez hozzászámítjuk a kisebb kolozsvári és a később létesített gyulafehérvári csillagdát, úgy ekkor hazánkban öt obszervatórium működött, ami tényleg ritkaság volt akkoriban.*

Madarassy már a végleges befejezés előtt megkezdte az észleléseket. Megfigyelte a *Jupiter holdjait, holdfogyatkozásokat*. Hell-lel együtt meghatározta a *csillagvizsgáló földrajzi helyzetét*. E munkákról a Hell-féle évkönyvben jelentek meg beszámolók. Madarassy azonban rövidesen távozott Egerből, ekkor a tudományos munka megszakadt. Az egri csillagvizsgáló ezután már nem is emelkedett többé arra a szintre, mint amelyet felszerelése biztosíthatott volna, s így rövid néhány év alatt beszüntette működését.

Ugyanez volt a helyzete a *Batthyány Ignác által alapított gyulafehérvári csillagvizsgálónak* is. A két forgó kupolával felszerelt csillagvizsgáló 1794-ben kezdte meg működését. Vezetője a Hell oldalán kiképzett *Mártonffy Antal* volt. Mártonffy testes kötetben számolt be az intézet működéséről és műszereiről. Innen tudjuk, hogy két *quadrans* (190 cm hosszúak), egy 370 cm rádiuszú és gyújtótávolságú, falra szerelt meridián műszer, 120 cm-es Newton-féle reflektor, parallaktikus távcső és több óra állt rendelkezésre. Mártonffy „*Initia Astronomica*”-ja egyike a kor legjobb műszerleírásainak. A fiatal csillagász korai halála — 1799 — után azonban Gyulafehérvárott is megszűnt a munka.



17 a. ábra. Az egri Herum emléktáza a csillagvizsgáló kupolájával.

*Érdemes talán felsorolni Európa jelentősebb csillagvizsgálóit a XVIII. század végéig az alapítás sorrendjében: Loiden 1633, Utrecht 1642, Koppenhága 1656, Párizs 1672, Greenwich 1675, Ingolstadt, Bologna, Berlin 1700 körül, Altdorf 1714, Oxford 1716, Pisa 1730, Toulouse 1733, Göttinga 1734, Bécs 1735, Glasgow 1736, Upsala 1739, Stockholm 1748, Prága 1751, Nagyszombat 1751, Vilna 1753, Breslau 1757, Milano 1760, Padua, London 1767, Oxford 1771, Coimbra 1772, Buda 1777, Eger 1779, Dijon 1780, Róma 1787, Palermo 1790, Torino 1791, Madras 1792, Tortosa 1793, Gyulafehérvár, Lipcse 1794.

A *vardói út*. A magyar csillagászok munkájából kiemelkedik Hell tevékenysége. Számos csillagászati, fizikai, geofizikai és meteorológiai tanulmány mellett a *Nap—Föld távolság (napparallaxis)* meghatározása terén szerzett maradandó érdemeket. Bár e munkáit mint a bécsi csillagvizsgáló igazgatója végezte, mégis mint magyar tudóst e helyen kell említenünk.

A napparallaxis meghatározása egyike volt a XVIII. század legégetőbb kérdéseinek. Erre többféle mód nyílt, melyek egyike — amint arra *E. Halley* rámutatott — a Vénusz Nap előtt történő elvonulásának észlelése. A Vénusz-átvonulás azonban ritka jelenség: a XVIII. században 1761-ben és 1769-ben volt alkalom ilyen megfigyelésre. Az első esetben (melynek észlelésében, mint láttuk, Nagyszombat is részt vett) a megfigyelések nem jártak sikerrel. Nyolc évvel később már kellett felkészültséggel látni a munkához, azonban ekkor jobbra lakatlan területeken volt látható az átvonulás.

Hell Miksa nevét okkor már világszerte ismerték, így történt, hogy *VII. Keresztély*

dán király őt hívta meg *Vardöbe* — a sarkkörön túl — a megfigyelés végrehajtására. Hell és útitársa, *Sajnovics* hosszú fáradságos utazás után érkezett meg *Vardöbe*. Itt, szinte csodálatos körülmények között, sikerült végrehajtani a mérést, melynek eredményeként a napparallaxisra $8.7''$ adódott. Ez az érték közelíti meg legjobban a ma elfogadottat (8.8).

Hell adatát többen megtámadták, pl. a híres francia *Lalande* is, azonban kénytelenek voltak idővel elismerni csillagásznak igazát. Később *K. Littrow* bécsi csillagász írt Hell ellen gyalázkodó könyvet. *Littrow* vádjait a parallaxis-kérdés legjobb szakértője, *S. Newcomb* megsemmisítette. Ma már Hell neve tisztán áll a tudomány előtt.

A *vardói expedíció* másik érdekes eredménye *Sajnovics* nevéhez fűződik: sikerült igazolnia a lapp és magyar nyelvrokonságot.

Csillagászati ismeretek a XVIII. század második felében. Többször utaltunk már arra, hogy a XVIII. században a csillagászat rend-



18. ábra. Barokk díszítésű tükrös távcső az egri csillagvizsgálóból. (Urania gyűjtemény. Rehák T. felv.)



19. ábra. Kisebb lencsés távcső („Dollond-féle tubus”) az egri csillagvizsgálóból. (Urania gyűjtemény. Rehák T. felv.)

kívül népszerű tudomány volt. Ennek eredményeként létesültek a hazai csillagvizsgálók, s ennek köszönhető, hogy mintegy fél évszázadon keresztül Magyarországon a csillagászat fénykorát élte.

A csillagászat iránti érdeklődés jele az a nagyszámú asztronómiai dolgozat, mely ekkoriban napvilágot látott. Hogy csak néhányat soroljunk fel: *Kempelen János* (Kempelen Farkas bátyja) az üstökösökről írt, *Zach Antal* több csillagászati tanulmánnyal gazdagította a tudományos irodalmat, *Aluda József* a Hold foltjairól értekezett, *Szirmai Tamás* egy holdfogyatkozást ismertetett, még a szabadsághős *Martinovics Ignác*nak is ismeretesek csillagászati dolgozatai.*

Ugyanebben az időben szélesebb körökben is kezdtek terjedni a tudományos ismeretek, amiben jelentős szerepe van az ekkoriban már magyar nyelven is megjelenő fizikakönyveknek. Ezek között úttörő jelentőségű *Molnár János* „A fizikának eleji” című 1777-ben megjelent műve. Jellemző a csillagászat elterjedésére, hogy *Cséri Verestói György* kolozsvári prédikátor egy halotti beszédében is csillagászati adatokat emleget, sőt még *Gvadányi* feleskei nótáriusa is rendelkezik csillagászati ismeretekkel.** Az asztronómiának ez a népszerűsége a tanulmányunk elején tárgyultakkal indokolható.



26. ábra. Csillagászati ingás-
óra a XVIII. sz. 70-es éveiből,
az egri csillagvizsgálóból.
(Úránia gyűjtemény. Rehák
T. felv.)

*Kempelen János: *De cometis malorum nuntis*, 1748. Zach Antal: *Cosmographia*, 1803. *Astronomische Beobachtungen*. Aluda József: *Disquisitio astronomica de maculis Lunae*, 1729. Szirmai Tamás: *Eclipsis Lunae...*, 1707. Martinovics Ignác: *Diss. et altitudine atmosphaerae et observationibus astronomicis determinata*, 1785.

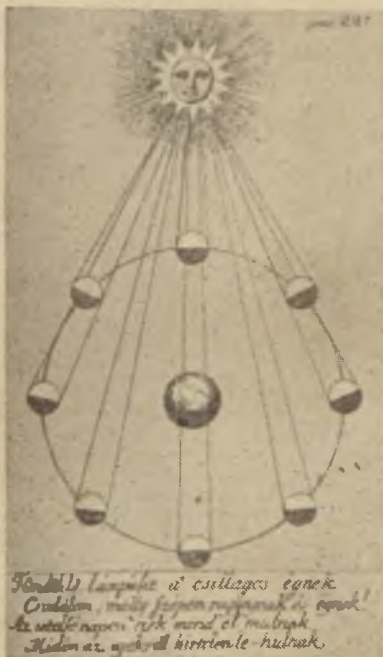
**Gvadányi: *Egy feleskei nótáriusnak budai utazása*. 1790. Az említett részek:

112 „De mivel tanultam az Astronomiát,
Gondoltam, hogy mostan vehetem én hasznát,
Majd fogom vizsgálni a Via Lacteát (Tejút)
Jupiter, Saturnus és Venus csillagát.”

114 „Balra megy Jupiter Satelleseivel (holdjai)
Fias tyúk — is úgy megy maga tsirkéivel,
Venus — is arra tart pávás szekerével,
Saturnus — is siet sebes lépésével.

115 A három Kaszások, látom balra térnek,
Balra áll a rúdja a Göntzöl szekerének...”

A hazai csillagászat hanyatlásának okai. A XVIII. század második fele tehát a magyar csillagászat nagy fellendülését jelentette. Hell Miksa irányításával négy, európai viszonylatban is jelentős obszervatóriumunk működött. Ha ezek tevékenységéhez nem is fűződik nagy fontosságú



21. ábra. Hold/dzsisok. Ábra egy XVIII. századbéli könyvből. (P. Horváth György: Természetnek a kegyelemnek iskolája. 1705.)

felfedezés, mégsem vonható kétségbe, hogy koruknak színvonalán álltak, és jelentős mértékben részt vettek az asztronómiai ismeretek gyarapításában. Ugyanakkor több külföldi csillagdában hírneves magyar tudósok működtek. Hell Miksa Bécsben, Zach Ferenc Xavér (1754–1832), az első nemzetközi csillagászati folyóirat* megindítója, Göttingenben, egyaránt honuknak díszere váltak.

E ragyogó időszak után igen hamar bekövetkezett a hanyatlás. A nagyszombati, budai, egri és gyulafehérvári csillagvizsgálók sorra megszüntették működésüket. A hanyatlás oka a politikai viszonyokban keresendő. Kezdetben a hazai csillagvizsgálók főként egyházi támogatással működtek. Mária Terézia és II. József antiklerikális intézkedései azonban megszüntették a támogatást, és így éppen ezek a haladó szellemű rendelkezések váltak a hazai csillagászat pusztítóivá. A császári kamara nem gondoskodott kellő mértékben intézményeinkről. Hell Miksa halála után (1792) az állandó szellemi támogatás is megszűnt.

Növelte a bajt az is, hogy csillagászaink papi személyek lévén, az egyház vasfegyelmének alávetve sokszor éppen akkor kerültek el állomásukról, amikor már megfelelő gyakorlatra tettek szert (pl. Madarassy).

A hanyatlás azonban csak ideiglenes volt. A XIX. század első harmadában és végén a hazai csillagászat ismét visszanyerte régi hírét.

*Monatliche Correspondenz...

A TÁGULÓ VILÁGEGETEM

A csillagászat történetéből nem egy példát lehetne arra felhozni, hogy a megtigyelezések értelmezése vagy egyes elméletek gyakran váltak világnézeti harcok forrásává. A középkorban a Föld helyzete körül folyt heves ideológiai harc, és mint Galilei, Kepler és Giordano Bruno esete mutatja, nem is mindig csak eszmei síkon. Sok harc közepette ment végbe a fejlődés elvének felismerése is az égitestek világában. Sokaig kísértett az arisztotelészi dogma a felsőbbrendű és tökéletes égi anyagról, amely nincs alávetve változásoknak, és amelyre nem vonatkozhatnak a természet törvényei. Ezeknek a régebbi harcoknak az emléke él ma is a csillagászatban nem járatosak körében, az égitestekhez fűződő misztikus elképzelésekben és babonáságokban. Nem találkozunk azonban a mi korunkban olyan nézetekkel, amelyek a tudományos eredmények birtokában tagadni próbálnák a világmindenség szerkezetére vonatkozó ismereteinket, el ne fogadnák, amit a szinképelemzés az égitestek anyagáról megállapított, vagy kétségbevonnék a kozmogóniának : az égitestek kialakulásával és fejlődésével foglalkozó tudománynak létjogosultságát. A csillagászat területén azonban a jelen korban is tart a világnézeti harc, csak a vitatott kérdések lettek mások. A mi korunkban lőképpen a kezdet és a vég kérdése körül folyik a vita a tudományos materializmus és a tudományok eredményeit elferdítő idealizmus között.

Maga a kérdés, hogy volt-e kezdete a világnak, nem újkeletű, hanem nagyon is ősi problémája a gondolkodásnak. A materialista gondolkodók, kezdve az ókori kelet bölcseleitől a modern tudományos materializmus kialakulásáig, mindig azt vallották, hogy a világ örök és határtalan, a világot a saját fejlődési törvényei alapján kell magyarázni. Az idealizmus különféle áramlatai ezzel szemben az anyagi világ létének okát valamilyen, a világon kívül álló, természetfölötti okban keresték. A régebbi korokban leginkább csak a filozófusok vitatkozhattak erről a kérdésről, mert konkrét természettudományos bizonyítékokat még nem lehetett találni sem az egyik, sem a másik álláspont védelmére. Ahogy fejlődtek azonban a természettudományok, az

idealista nézetek egyre szűkebb területre szorultak. Ma már nehezebb volna tudományos alapon arról vitatkozni, hogy a Föld vagy a Nap természetfölötti ok következtében jöttek-e létre, mert a tudomány meg tudja magyarázni az égitestek keletkezését a természet törvényei alapján. A mai idealisták is kénytelenek tehát elismerni, hogy a nagy világmindenségben is az anyagi világ fejlődéstörvényei érvényesülnek, de azt állítják, hogy a világ mozgásának kezdete volt az időben, természetfölötti erő hozta létre a világot és indította el a világ fejlődését. Az idealizmusnak ez az álláspontja a maga részéről természetes, mert ha nem ezt hirdetné, akkor már nem lenne idealizmus.

Félrevezető hamisítás ellenben, ha ennek az álláspontnak igazolására természettudományos „bizonyítékokra” utalnak. Ilyen hamisítási kísérletet rejt magában napjainkban az az állítás, hogy a modern csillagászat a világmindenség kezdetét bizonyítja.

A világ kezdetére vonatkozó elképzeléseket az utóbbi évtizedekben az úgynevezett „táguló világegyetem” elméletével hozták kapcsolatba. Erről az elméletről már többször volt szó a korábbi Csillagászati Évkönyvekben és más népszerűsítő írásokban. A téma aktualitását az adja, hogy a csillagászat legújabb eredményei egyrészt bizonyos tekintetben kiegészítették azt, amit eddig erről a kérdésről tudunk, másrészt az újabb eredmények zavarólag is hathattak az eddig kialakult véleményekre.

A táguló világegyetem elméletének kiindulópontja a távoli tejút-rendszerek, más elnevezéssel extragalaxisok színeképében megfigyelhető vöröseltolódás. Ismeretes, hogy az égitestek színeképe elárulja, ha az égitest hozzánk közeledik vagy tőlünk távolodó mozgást végez. Ha az égitest hozzánk közeledik, akkor színeképének vonalai a színekép ibolya része felé, ellenkező esetben a színekép vörös része felé tolódnak el. Az eltolódás mértékéből ki lehet számítani a közeledő vagy távolodó mozgás sebességét. Amikor megvizsgálták a távoli, sok milliárd csillagból álló nagy csillagrendszerek, az extragalaxisok színeképét, úgy tapasztalták, hogy színeképvonalaiik igen nagy mértékben eltolódtak a vörös felé. Az eltolódás mértéke rendkívül nagy távolodási sebességnek felelt meg. A még színeképi vizsgálatokra alkalmas igen távoli extragalaxis esetében ez a sebesség elérte a másodpercenkénti 120 000 kilométert.

A külső tejútrendszerek színeképe tehát olyan, mintha ezek a csillagrendszerek tőlünk is, egymástól is óriási sebességgel távolodnának. A táguló világegyetem elmélete ezt a jelenséget általánosítja az egész világmindenségre, és azt állítja, hogy a világmindenség méretei állandóan növekednek, a világmindenség tágul a felfújt szappanbuborék mintájára. Szervesen hozzátartozik még ehhez az elmülethez az a gondolat is, hogy ha visszafelé számolunk az időben, akkor a világmindenség méretének mindig kisebbnek és kisebbnek kellett lennie. Végül eljutunk

egy olyan időponthoz, amikor a világmindenség anyaga rendkívül kicsiny térfogatú térrészre zsúfolódott össze. Az elmélet különféle változatai ezt az összezúfolódott anyagot vagy igen nagy sűrűségű „őscsillagnak”, vagy óriási méretű ősatomnak, vagy több milliárd hőmérsékletű gázgolyónak írták le, de mindenképpen a világmindenség anyaga olyan ősi kezdeti állapotának, amelyet már csak az anyag keletkezése vagy teremtése előzhetett meg. A világmindenség története ezek szerint akkor kezdődött volna el, amikor az ős csillag szétrobbant, vagy a világ összes protonjai és neutronjai számának megfelelő óriási atomsúlyú és éppen ezért rendkívül bomlékony „szuperatom” a radioaktív bomlás analógiájára szétesett, illetve a kezdeti gázgolyó nagy sebességgel fel-fúvódott. A robbanás, bomlás, fel-fúvódás volt kezdete annak az expanziónak, amelyet jelenleg is megfigyelhetünk az extragalaxisok mozgásában.

A táguló világegyetem elmélete meglehetősen széles körben kedvező fogadtatásra talált. Hozzájárult ehhez az is, hogy az elmélet magyarázatot adott bizonyos csillagászati problémákkal kapcsolatos nehézségekre. Az egyik ilyen probléma az úgynevezett Olbers-féle paradoxon. Olbers szerint, ha a világmindenség végtelen és (az egymáshoz képest nyugodalomban lévőnek és egymással egyforma fényességűnek feltételezett) csillagok a végtelen teret nagy vonásokban egyenletesen tölténék be, akkor az egész égboltnak a Nap fényességével kellene ragyognia. Ha ugyanis magunk körül koncentrikus gömbhéjakat képzelünk, akkor minden gömbhéjról azonos erősségű sugárzás érne bennünket, mert bár a sugárzás erőssége a távolság négyzetével csökken, a messzebb levő gömbhéjakban foglalt csillagok (mondhatnánk: extragalaxisok) száma viszont a gömbhéj sugarának négyzetével egyenes arányban nő. Az Olbers-féle nehézségből elvileg több kiutat is sikerült találni. Charlier svéd csillagász hierarchikus világegyetem elmélete szerint például az egyforma tömegű és kiterjedésű extragalaxisok egy nagyobb rendszert — ahogy ő elnevezte —, egy másodrendű galaxist alkotnak. Az ugyancsak egyforma másodrendű galaxisok ismét egy magasabbrendű rendszert, és így tovább a végtelenségig. Ez a hierarchikus rendszer úgy is megkonstruálható, hogy az egyre magasabb rendszerekben az anyag átlagos sűrűsége egyre kisebb legyen. Ha ügyelünk arra, hogy minden rendszerben a rendszer tagjai egymástól való távolságának és a tagok tömegének aránya a rendszer rendszámával együtt elég gyorsan növekedjen. A Charlier által konstruált Universum-modellek esetében az előbb említett koncentrikus gömbhéjakban tehát az anyag sűrűsége a távolsággal a zérus felé közeledik és a világmindenség végtelensége esetén sem juthat (a fedésektől eltekintve) végtelen mennyiségű sugárzás a Földre. Nem bizonyítható, hogy a világegyetem valóban a Charlier-féle skémának megfelelő felépítésű-e, mert a maga-

sabb rendszereket, ha vannak is ilyenek, ez idő szerint észlelni nem tudjuk. A Charlier-féle megoldás azonban elvi szempontból igen fontos, mert azt mégis bizonyítja, hogy lehetséges kiút az Olbers-féle paradoxonból. Ilyen lehetőség, mint említettük, más is van, és ezek között a táguló világegyetem elmélete azért jelentős, mert nem feltevésekre, hanem észlelési adatokra építi a következtetéseit. Ha ugyanis az extragalaxisok távolodnak tőlünk és egymástól, éspedig a Hubble-törvénynek megfelelően, minél távolabb vannak, annál nagyobb sebességgel, akkor sem következik be az Olbers-féle nehézség, mert az egyre nagyobb sugarú gömbhéjak összes csillagairól származó együttes megvilágítás erőssége ezen csillagok egyre nagyobb távolodási sebessége miatt gyorsan csökken.

A táguló világegyetem elmélete emellett a nehéz atommagok keletkezésére is magyarázatul szolgálhat. A csillagok belsejében uralkodó hőmérséklet legfeljebb a könnyebb atommagok felépüléséhez elégséges, és nemigen lehetett magyarázatot találni arra, hogy a világmindenségben hol és milyen körülmények között jöttek létre például a nagy atomsúlyú rad.caktív elemek. A rad.caktív elemekről tudjuk, hogy csak véges idő óta létezhetnek, annyi idő óta, hogy még nem volt idejük elbomlani. A Földünk kérgében levő urániumatomok például semmi esetre sem lehetnek néhány milliárd évnél idősebbek. A világmindenség mai állapotában nem ismerünk olyan égitesteket, amelyek belsejében a radioaktív elemek keletkezhetnének. Legfeljebb a szupernova fellángolások alkalmával teljesülhetnek az ehhez szükséges feltételek. Bizonyítani azonban ezt sem tudjuk, és ha keletkeznek is ilyenkor radioaktív elemek, valószínűleg nem lehetne ilyen módon megmagyarázni valamennyi radioaktív atom keletkezését. Egyes kozmogóniai elméletek meglehetősen mesterkélt feltevésekkel próbáltak magyarázatot adni a Föld kérgében található nagy atomsúlyú elemekre. Hoyle amerikai csillagász elmélete szerint a Nap egykor kettőscsillag volt. A Nap csillagpárja szupernova kitöréssel ment keresztül, és az általa kidobott anyagból alakultak ki a bolygók. Krat szovjet professzor elmélete értelmében maga a Nap volt a múltban olyan belső szerkezetű csillag, hogy belsejének hőmérséklete elegendően magas volt a rad.caktív elemek képződéséhez. A Nap, ha nem is került szupernova állapotba, de többször jelentős mennyiségű anyagot dobott ki magából. Krat szerint a belső bolygók kérgét a napkitörések alkalmával a bolygókra cementeződött rad.caktív napanyag alkotja. Ezeknek a kozmogóniai feltevéseknek plauzibilitása azonban igen csekély ahhoz, hogy kielégítő magyarázatnak lehetne tekinteni a Föld kérgében található rad.caktív elemekre. A táguló világegyetem elmélete szerint a világmindenség anyaga a múltban a maiánál lényegesen sűrűbb állapotban volt. Ilyen különleges sűrűségi viszonyok között, amelyhez Gamov szerint még rendkívül

magas, több milliárdnyi fokos hőmérséklet is járult, a radioaktív elemek keletkezése minden nehézség nélkül elképzelhető. A táguló világegyetem elmélete tehát az eddigieknél elfogadhatóbb magyarázatot ad a nagy atomsúlyú elemek keletkezésére, bár az újabb időkben felmerültek más lehetőségek is. A rádiócsillagászat legújabb eredményei szerint ugyanis a szupernovák gyakorisága sokkal nagyobbnak látszik, mint eddig gondoltuk. A szupernova kitörések ezek szerint szállíthatnak annyi radioaktív atomot a csillagközi térbe, ami összehangban van az ilyen elemek gyakoriságával a világmindenségben. Az atomfizika fejlődésével is újabb lehetőségekre bukkantak a radioaktív elemek keletkezésére vonatkozólag. Mai tudásunk szerint radioaktív elemek kisebb mennyiségben keletkezhetnek bizonyos csillagok légkörében is, az atomfizikában használatos gyorsító berendezések elvéhez hasonlóan, a mágneses tér hatására.

A táguló világegyetem elméletével kapcsolatos kérdések közül egy időben az általános relativitáselmélet alapján álló kozmológiák is az érdeklődés középpontjában állottak. Még a táguló világegyetem elmélete kialakulása előtt Einstein és utána még többen is megkísérelték, hogy az általános relativitáselmélet egyenleteit az egész világmindenségre kiterjesszék. Ezen az alapon nagy matematikai apparátus felhasználásával különféle világ-modelleket konstruáltak. A legtöbb ilyen világmodell az először Einstein által konstruált modell továbbfejlesztésének tekinthető, aki szerint világunk véges, de határtalan, a tér önmagába visszahajló, görbült tér. Az általános relativitáselmélet szerint a tér görbületét az anyag és az energia térbeli eloszlása határozza meg. Az Einstein-féle véges világ görbületi sugara annál kisebb, minél nagyobb a világ anyagának átlagos sűrűsége. A későbbi vizsgálatok az Einstein-féle modelltől is kimutatták, hogy nem lehetne stabilis, vagyis kis zavaró hatásokra tágulni vagy összehúzódni kezdene. Más modelleknél is szerepelt a tágulás vagy összehúzódás, egyeseknél periodikusan váltakozva. Amikor felfedezték az extragalaxisok szinképvonalainak vöröseltolódását, ezt a jelenséget a relativista kozmológiák igazolásának tekintették. Az utóbbi évtizedekben azonban már kevesebbet foglalkoznak az ilyen kozmológiai kutatásokkal. Amióta Einstein 1932-ben egy de Sitterrel közösen írt dolgozatában kifejtette, hogy a relativitáselmélet alapegyenleteinek olyan megoldása is van, amely szerint a világmindenség végtelen, nyilvánvalóvá vált, hogy Einsteinnek a tér végelességére vonatkozó, az addig egyedül talált megoldásokon alapuló állítása elhamarkodott volt. Egyébként is erősen problematikusná vált, hogy a relativitáselmélet egyenleteit ki lehet-e terjeszteni az egész világmindenségre. A relativitáselmélet a bolygók mozgását pontosabban közelíti meg, mint a newtoni mechanika. Ismeretes, hogy a relativitáselmélet helyességének egyik bizonyítéka éppen az, hogy a merkúr-pálya apszisvonalá-

nak elfordulását a megfigyeléssel összhangban írja le, amire a gravitáció newtoni elmélete nem volt képes. Máig sincsen azonban bizonyítva, hogy a relativitáselmélet alapján a világmindenség egészére tehetnénk kijelentéseket. Hozzájárult ehhez a felfogáshoz az is, hogy a korszerű fényerős műszerekkel anyag jelenlétét mutatták ki a galaxisok közötti térben. Ha az újabban felfedezett intergalaktikus anyag figyelembevételével számítjuk a világmindenség anyagának átlagos sűrűségét, akkor erre sokkal nagyobb értéket kapunk, mint amivel Einstein számolt. Ha az Einstein-féle képletekbe az átlagos sűrűség újabb adatát helyettesítjük be, akkor az Einstein-féle véges világmodell görbületi sugarára olyan kis távolságot kapunk, amelyen mai műszereinkkel már 10–15-ször is messzebb látunk. A világmindenség anyaga átlagos sűrűségének újabb adata is azonban csak becslésnek tekinthető, amely még nagyságrendileg sem fogadható el a valóság megközelítésének. Az újabb csillagászati kutatásoknak ezért nem szabad a világmindenség egészének leírására törekedni, mert ehhez még nem rendelkezünk elégséges megfigyelési adatokkal. A csillagászat is egyre inkább olyan tudománnyá válik, amelyből mindinkább kiszorulnak a pusztá spekulációk és kellően meg nem alapozott feltevések.

A fentebb ismertetett néhány példát annak igazolására hoztuk fel, hogy a táguló világegyetem elmélete a csillagászatnak több problémáját érintette. Népszerűségét és elterjedtségét azonban korántsem ezeknek a szakmai vonatkozásoknak köszönhetette. Nem azért utaltak rá számtalanszor népszerűsítő írásokban és előadásokon, hanem főleg azért, mert idealista felfogású tudósok a világ kezdete természettudományos bizonyítására próbálták felhasználni. A tágulás kezdetét a *világ* kezdetével azonosították. Ez volt az az ütközőpont, ahol a probléma túlnőtt a csillagászat keretein, és a vita filozófiai síkra tolódott. Az idealisták a maguk álláspontjának igazolására rendszerint a tudomány nyílt kérdéseit, a még fel nem derített, homályos problémáit állították csatasorba. A táguló világegyetem esetében módszertanilag némileg más jellegű idealista próbálkozással találkozunk: azt állítják, hogy egy megfigyelési tényből szükségszerűen következik, hogy kezdete volt a világnak, sőt papiros és ceruza segítségével ki is lehet számítani a világ teremtetésének időpontját.

A táguló világegyetem elmélete körül kialakult vita széles körben folyt, mind szakmai, mind filozófiai területen. E két szempont gyakran keveredett és némi fogalomzavarhoz is vezetett, amely teljes mértékben ma sem tisztázódott. Magától értetődően először a kérdés szakmai részét kellett alapos vizsgálat tárgyává tenni. A csillagászok általában akkor fogadnak el valamilyen elméletet, ha a megfigyelhető tények alátámasztják, és a belőle levonható következtetések összhangban vannak a tapasztalattal. Így sok vita kavargott egyrészt a körül a

kérdés körül, hogy jogosult-e a színekpvonalak eltolódását Doppler-hatásként, azaz távolodásként értelmezni. A szokatlanul nagy, a fénysebességet nagyságrendileg megközelítő távolodási sebességek teljesen jogosá tették ezt az aggdalmat. Felmerült a kérdés, hogy a színekpvonalak eltolódását nem okozhatja-e más is, esetleg valamilyen előttünk még ismeretlen fizikai effektus. Utaltak arra is, hogy a távoli extragalaxisok fényének „vörösödését” a fénynek az intergalaktikus anyagokon történő szóródása vagy a fotonok energiavesztése okozhatja. A csillagászok többsége újabban egyre inkább afelé hajlott, hogy lehetséges a vöröseltolódás egy részét az intergalaktikus abszorpciónak vagy más hatásnak tulajdonítani, a teljes eltolódás azonban mai tudásunk szerint csakis a távolodó mozgás következménye lehet, az extragalaxisok távolodását tehát reálisnak kell tekinteni. Ezt a felfogást vallják többek között Peszenkov, Ginzburg, Ogorodnyikov és Sklovszkij szovjet csillagászok is. Nemrégiben az A Cygnus rádiósugárzás-forrás 21 cm-es sugárzásán is kimutatták a „vöröseltolódást”. Az eltolódás a rádiófrekvenciás hullámhosszon ugyanolyan mértékűnek adódott, mint az optikai tartományban. Ez a tény újra csak a távolodás realitása mellett tanúskodik. Ha ugyanis a fotonok energiavesztése okozná az eltolódást, tekintettel arra, hogy a fizika törvényei szerint az energia-vesztés mértéke a frekvenciától függ, nem észlelhetnénk ugyanakkora eltolódást mind a rádiósugárzás, mind a látható fény hullámhosszán. A rádiócsillagászat eredményei tehát azok javára billentették le a vita mérlegét, akik a vöröseltolódás tekintélyes részét Doppler-hatásként értelmezték.

A távolodás realitásán kívül vita volt másrészt a „világegyetem koráról” is. Alapul véve a tágulás tempóját, és visszafelé számolva az időben, azt az eredményt kapták, hogy a tágulás 1,8—2 milliárd évvel ezelőtt kezdődött el. Ennyi lett volna a „világegyetem kora”, ekkor kezdődtek el a kozmikus folyamatok. A földtani kutatásokból, a radioaktív kormeghatározás eredményeiből tudjuk azonban, hogy Földünk kerge legalább 2—3 milliárd éves. A Nap pedig nyilván régebb, mint a Föld.

A Nap hidrogénkészletén alapuló becslések szerint a Nap kora kb. 5—6 milliárd évre tehető. Ugyanezt mondhatjuk a Naphoz hasonló csillagokról is. Az égitestek korára vonatkozó eredményeink tehát ellentmondásban állottak a világmindenségnek a táguló világegyetem elméletéből számított korával. Az égitestek ugyanis idősebbeknek bizonyultak, mint maga a világmindenség. Ez az ellentmondás az újabb kutatások nyomán feloldódott. A modern csillagászatnak a Palomar-hegyi ötméteres reflektorral elért egyik fontos eredménye az úgynevezett távolságrevizio. Az ötméteres távcsővel derítették ki ugyanis, hogy azoknak a változócsillagoknak fényerejét, amelyeket

az extragalaxisok távolságának meghatározására használtak fel, alábecsülték. A valóságban ezek a változócsillagok fényesebbek, mint ahogy eddig gondoltuk. Ebből az következik, hogy a Tejútrendszerünkön kívüli objektumokra vonatkozó valamennyi eddigi távolsági adat helytelen, és a helyes értékeket úgy kapjuk meg, ha az eddigi adatainkat kettővel, távolabbi extragalaxisok esetében hárommal, néggyel megszorozzuk.

Sőt, a legújabb kutatások szerint bizonyos távoli extragalaxisok távolsága 15—20-szorosa az eddigi adatainknak. Az extragalaxisok tehát valójában jóval messzebb vannak tőlünk, mint ahogy az ötméteres távesső működése előtt vélték. Ha most már ezeknek a helyesbített adatoknak birtokában számítják ki a tágulás kezdetét, akkor 15—20 milliárd évet kapnak eredményül. Ez az érték nincs ellentmondásban a geológiai kormeghatározásokkal és az égitestek korára vonatkozó ismeretekkel.

A táguló világegyetem elméletének szószólói meglepéssel vetették tudomásul a rádiócsillagászat és a távolságrevízió újabb eredményeit. Elhangzanak olyan vélemények is, hogy valamilyen elmélet helyességét nem az dönti el, hogy milyen filozófiai felfogásnak kedvez. A tudomány eredményei előtt a filozófusnak is meg kell hajolnia. Lehetséges — mondják —, hogy a materialistáknak szimpatikusabb lenne, ha az extragalaxisok nem távolodnának tőlünk, vagy ha a tágulás kezdetére számított időpont ellentmondásban állana az égitestek korával. A természet azonban nem igazodik az ilyen kívánságainkhoz.

Az ilyenféle véleményekben jelentkezik az a fogalomzavar, a szakmai és filozófiai szempontok keveredése, amelyre már utaltunk. Teljesen téves az a beállítást, mintha a materializmus és idealizmus között az volna a vita tárgya, hogy az extragalaxisok távolodnak-e, vagy sem. Ennek eldöntése kizárólag a szaktudományok ügye, és ebbe a filozófia nem szólhat bele. A természettudományok eredményei különben sem állhatnak ellentétben a materialista filozófiával, mert hiszen ennek a filozófiának éppen az egyik jellemzője, hogy olyannak veszi a természetet, mint amilyen. Az extragalaxisok távolodása (vagy esetleg a tudomány fejlődésével ennek a jelenségnek pontosabb meghatározása) tehát nem világnézeti, hanem csillagászati probléma. A félreértésre régebben az adott okot, hogy a táguló világegyetem elméletének ideológiai szemszögből történő kritikájánál túlságos súlyllyal hozták fel, hogy a tudomány még nem állapította meg teljes biztonsággal az extragalaxisok távolodását. Tehát nemcsak a helytelen következtetéseket bíráltuk, hanem dogmatikusan, a téves következtetésekkel együtt a tudományos eredményeket is el akarták vetni, mintegy előre állást foglalva egy olyan kérdésben, amelyben a tudomány még nem döntött. Ettől a hibától eltekintve azonban a filozófiai

jellegű ellenvetés lényege mindig az volt, hogy ha el is fogadjuk reálisnak az extragalaxisok távolodását, teljesen *indokolatlan, megengedhetetlen, félrevezető* ennek a *jelenségnek az egész világmindenségre való kiterjesztése*. Valamilyen jelenség értelmezése, magyarázata, általánosítása ugyanis már nem egyértelmű, az egész világra igényt tartó általánosítás pedig feltétlenül túlnő a szaktudomány keretein. De a filozófiai gondolkodás sem pusztán logikai érvek alapján ítéli el a tágulásnak az egész világmindenségre való kiterjesztését, hanem éppen azon tények alapján, amiket a csillagászat a világmindenségről megállapított. A csillagászat eredményei pedig azt bizonyítják, hogy a világmindenség sokkal nagyoobbszabásúbb annál, semhogy a környezetünkben tapasztalható jelenségek mintájára képzelhessük el az egész világot. Amikor megismertük a Naprendszert, még nem sokat tudtunk a távoli csillagvilágról. Annyit mindenesetre sejtettek, hogy a csillagok távolsága roppant nagy a Naprendszer méreteihez képest. A „legtermészetesebb” elképzelés nyilván az lett volna, hogy körülöttünk állandó térbeli sűrűséggel csillagok találhatók a végtelenségig. De már Herschel kimutatta, hogy a körülöttünk levő csillagok zárt rendszert alkotnak: a Tejútrendszert, a Tejútrendszeren túl üres tér, majd újabb tejútrendszerek következnek. Ma ott tartunk, hogy körülöttünk több milliárd extragalaxisról van tudomásunk. Nincs jogunk azonban azt állítani, hogy a körülöttünk levő tejútrendszerek rendszere a végtelenségig terjed. A csillagászok többsége azon a véleményen van, hogy az extragalaxisok egy nagyobb rendszert alkotnak, amelyet Metagalaktikának is szokás nevezni. A Metagalaktika után ismét más metagalaktikák következnek. Tovább is folytathatjuk, és képzeletben felépíthetjük Charlier elgondolása szerint a nagy világmindenséget. Hogy valóban ilyen-e a világmindenség, ennek kiderítése a jövő csillagászatának feladata. Nem lehet előírni, hogy milyennek *kell* lennie a világnak. Az azonban biztos, hogy az eddig megismert extragalaxisok semmi esetre sem jelentik az egész világot. Nem beszélhetünk tehát a *világegyetemnek* a tágulásáról. A tényekhez ragaszkodó csillagászok úgy is szokták megfogalmazni a vöröseltolódás értelmezését, hogy „a világegyetem általunk eddig ismert részének megnövekedése”. Vannak azután olyanok is, akik a „táguló világegyetem” kifejezésen sem értenek ennél többet. Tudják, hogy amit eddig megismertünk a világmindenségből, az még távolról sem az egész világ, de miért ne használjuk a táguló világegyetem elnevezést, ha már egyszer így honosodott meg. Polgárjogot nyert tudományos terminológiáról van szó, ami más esetben sem fedi elvételül a szó betű szerinti tartalmát. *Világidőről* is beszélünk, de kinek jutna eszébe ideológiai problémát kovácsolni abból, hogy Földünk egyik délkörén érvényes idő bajosan lehet az egész világ ideje. A táguló világegyetem azonban valójában nem elnevezés, hanem egy elmélet, amely több gondolat-

sorból áll. Kezdődik az extragalaxisok távolodásával, folytatódik ennek a jelenségnek az egész világmindenségre való helytelen általánosításával, és végződik a tágulás visszafelé vetített eredményeként a világ kezdetével. Nem szerencsés tehát, ha a táguló világegyetem elnevezést az elméletnek csupán a megfigyelésekkel alátámasztott első részére használják, és például azt mondják, hogy „az újabb rádiócsillagászati megfigyelések is bizonyítják a világegyetem tágulását”. Az avatatlanokban ez azt a félrovezető látszatot kelti, mintha a rádiócsillagászat valószínűsítene az egész koncepciót, tehát a világ kezdetét is. Minden rosszhiszeműség nélkül feltételezhető, hogy sokszor éppen ilyen tendencia rejlik az egyszerű elnevezés köpönyegébe burkolózó szóhasználat mögött. Márpedig szó sincsen arról, mintha a csillagászatnak valamilyen régebbi vagy újabb eredményét valamiféle kapcsolatba lehetne hozni a világmindenség kezdetére vonatkozó elképzelésekkel.

Mit is állít voltaképpen a táguló világegyetem elmélete? Azt állítja, hogy az extragalaxisok anyaga a múltban a térnek egy igen kis részére zsúfolódott össze. Ez eddig még tudományosnak minősíthető következtetés. Magva lehet valamilyen később kialakuló kozmogóniai elméletnek, amely megmagyarázza az extragalaxisok kialakulását. Lehetséges, hogy az általunk ismert extragalaxisok, vagy esetleg Metagalaktika néven emlegetett és feltételezett rendszerük valamilyen szupersűrű anyag szétbomlása, szétbomlása útján jöttek létre, és ennek következtében expandáló rendszert alkotnak. A csillagászat jóval kisebb méretekben ugyan, de máshol is ismer ilyen, kialakulásuk után expandáló rendszereket. Példa erre a csillagtársulások, melyek nemrégén keletkezett fiatal csillagokból állanak, és kiterjedő, „táguló” rendszert alkotnak. Ha a csillagtársulás belsejében levő valamelyik csillagnak történetesen bolygója lenne, odaképzeltünk erre a bolygóra kezdetlegesebb műszerekkel felszerelt csillagászokat, akik csak a saját csillagtársulásuk csillagait tudnák észlelni. Ezek a csillagászok is megalkothatnák a „táguló világegyetem” elméletét, és ők a világ teremtetését néhány millió évvel ezelőtre számítanák, arra az időpontra, amikor a csillagtársulás keletkezett.

Nincs kizárva, hogy az extragalaxisok kialakulása is valamiféle analógiát mutathat a csillagtársulások létrejöttével. Nem mondhatjuk, hogy van egy ilyen kozmogóniai elmélet. Ma már a kozmogóniai elméleteket is csak akkor fogadják el, ha kiállják a sokoldalú ellenőrzés próbáját. Az elméletek kidolgozását azonban rendszerint egy jó ötlet indítja el. A tudomány történetében sokszor hasznosnak bizonyultak az egyelőre csak a fantázia útján elinduló sejtések is. Semmiképpen sem lehet tehát tudománytalannak tartani azt az elképzelést, hogy a világmindenség általunk eddig ismert részének anyaga több milliárd

évvél ezelőtt a maitól lényegesen eltérő állapotban volt. Az sem lehetetlen, hogy a tudomány mai színvonalán bizonyos kormeghatározásokból következtetni lehet erre az időpontra, amikor a radioaktív elemek, az extragalaxisok kialakultak. Az is a tudomány haladása, hogy újabban már nincs ellentmondás, ha ezt az időpontot a geológia vagy a csillagászat következtetései alapján becsüljük.

A tudomány, a tudományos következtetések útjáról akkor történik egy ugrás a szemfényvesztések birodalmába, amikor azt állítják: a szűk térrészre összezsúfolódott anyag a *semmiből jött létre*. A fizikus joggal meglepődik ezen a furcsa állításon. Miért jobb, előnyösebb, valószínűbb a semmiből való keletkezés szempontjából az óriási sűrűségű anyag? Ha az anyag és energia megmaradásának törvénye értelmében sem a Föld, sem a Nap, sem a csillagok, de egyetlen hidrogénatom se jöhetett létre a semmiből, akkor miért hiszik, hogy ha mindezek anyagát összepréseljük, akkor valami olyan varázslatos anyag jön létre, amelynek legtermészetesebb tulajdonsága a semmiből keletkezés? Ez már távol áll a tudománytól. A csillagászatnak nincs olyan eredménye, amiből ez következne. Senki sem tud a csillagászatnak olyan eredményére hivatkozni, melyből az következne, hogy az extragalaxisok anyagát korábban is meg ne lett volna, más formában, más körülmények között.

A materializmusnak az idealizmussal vívott harca során előfordult már a csillagászat történetében, hogy amikor a csillagászat az égitestek anyagának a mait megelőző állapotát kutatta, az idealisták az anyagnak ezt az állapotát a világ valamilyen ősi, kezdeti állapotának igyekeztek feltüntetni. Amikor a Föld és a többi bolygó kialakulásával kapcsolatban a „ködelmélet” volt divatban, akkor „ösködnék” nevezték azt az anyagot, amiből a bolygók kialakulhattak. Az „ős” jelző arra utalt, hogy ezzel a köddel vette kezdetét az anyagi világ — az ösköd pedig csak természetfölötti úton jöhetett létre. Az első kozmogóniai elméletek óta azonban rendkívüli mértékben megnőtt csillagászati világképünk horizonja. A Tejútrendszer és a hozzá hasonló külső tejútrendszerek megismerésével egyre inkább rádöbbenünk Földünk jelentéktelenségére a világmindenségben. Nyilvánvaló lett, hogy Földünk születése, története is csak egyik epizódja annak a nagyszabású történetnek, ami az égitestek világában végbe megy körülöttünk. Manapság nincs is ezért a csillagászat területén olyan idealista próbálkozás, amely misztikus, természetfölötti okokat gyanítana a bolygórendszer kialakulása mögött. Azt sem gondolja senki, hogy az anyag, amiből a bolygók létrejöttek, valamilyen kezdeti ősalapota volt a világnak. Amióta tudjuk, hogy Naprendszerünk egy nagyobb rendszerbe: a Tejútrendszerbe illeszkedik, és ennek a rendszernek tagjaival áll kölcsönhatásban, nyilvánvaló, hogy a boly-

gók nyersanyaga a Tejútrendszeren belül keresendő, és csupán csak elenyésző töredéke annak a hatalmas anyagmennységnek, ami a Tejútrendszerben csillagok és csillagközi anyag formájában összpontosul.

Az extragalaxisok távoli világa ma még sokkal kikutathatatlanabb, elérhetetlenebb, mint a Naprendszer, és méreteiben is sokkal impozánsabb. Nem tudjuk még, hogy az extragalaxisok rendszere milyen még nagyobb rendszernek a tagja, milyen más rendszerekkel állhat kölcsönhatásban. És most, amikor kezd beigazolódni, hogy az extragalaxisoknak is megvan a maguk története, ezek is az anyagnak egy más formájából jöttek létre, ismét felmerül az idealista nézet: eljutottunk az „ősanyaghoz”, a világ teremtéséhez. Elvileg azonban ez a nézet éppen olyan helytelen, mint a Naprendszer esetében. Az idealizmus a csillagászat fejlődésével nem nyert hadállásokat, a helytelen elv akkor is hibás, tudománytalan marad, ha nagyobb méretű és távolibb égitestekre alkalmazzák.

A modern csillagászat eredményei, így azok az eredmények is, amelyeket a táguló világegyetem elméletéhez felhasználtak, a dialektikus materializmus tanításával állanak teljes összhangban. A dialektikus materializmussal éppen az az elgondolás volna szöges ellentétben, hogy a világmindenség mindig olyan volt, ahogy ma tapasztaljuk. A tudományos materializmus szerint az anyag szüntelen átalakulása, változása, egy szóval: fejlődése éppen olyan elidegeníthetetlen saját-sága az anyagnak, mint az, hogy öröktől fogva létezik. A világmindenség anyaga már végtelen sok állapoton ment keresztül. Akár most, a vöröseltolódás ösztönzésére, akár később, erre esetleg más, alkalmasabb megfigyelési adatok segítségével, a tudománynak egyszer szükségképpen el kell jutni annak a megismeréséhez, hogy milyen volt az anyag, amiből az extragalaxisok létrejöttek. De az anyagnak ebben az állapotában is csak egy közbülső láncszemét ismerhetjük fel a világmindenség nagy történetének.

A táguló világegyetemhez fűződő gondolatok lehetnek még értékes kozmogóniai feltevések elindítói, de a világ „keletkezését” ezúttal sem sikerült a csillagászat eredményeiből valószínűsíteni. A tudományos kozmogónia mindig konkrétan valamilyen égitestek vagy azok rendszereinek keletkezésével és fejlődésével foglalkozik. Ez gyümölcsöző eljárásnak bizonyult, és minden reményünk megvan arra, hogy ami ezen a téren még homályos előttünk, a holnap tudománya meg fogja világítani. Magának a világmindenségnek a keletkezését bizonyítani azonban éppen olyan reménytelen vállalkozás, mint az euklidészi geometriában a kör négyszögesítése.

Ing. Emil Škrabal:

HOGYAN HATÁROZHATJUK MEG A MESTERSÉGES HOLDAK LÁTHATÓSÁGÁNAK IDEJÉT ? *

Az amatőr csillagásznak, aki nem él nagyvárosban, ahol a csillagászati intézetek előre kiszámolják a mesterséges holdak megfigyelhetőségi idejének efemeridáit, és aki még ezeket az adatokat is rendszerint késve kapja meg, olyan egyszerű segédeszközökre van szüksége, melyek segítségével ezeket a hiányosságokat ki tudja küszöbölni. Számára fontos, hogy az efemeridákat legalábbis további 14 napra előre tudja számítani, míg megkapja az újakat, hogy meg tudja határozni a láthatóság adatait saját megfigyelési pontjára vonatkozóan.

Igen sok függ ugyanis attól, hogy a csillagdák milyen adatokat bocsátanak az amatőrök rendelkezésére. A napi sajtó híradásai rendszerint semmire sem jók, ha csak annyit mondanak, hogy „a mesterséges holdat virradatkor a földrajzi szélesség 55. és 65. fokai között lehet megfigyelni”. Sokkal jobbak a prágai Népi Csillagvizsgáló Intézet előjelzései, melyek közlik az áthaladás időpontját és a mesterséges hold pályája csúcspontjának horizontális koordinátáit. Ez adatok azonban a Prágától távolabb eső helyek számára kevésbé értékesek, mert ezekből előbb le kell vezetni a pálya fekvését a térben, s ezután ebből kell meghatározni az amatőr megfigyelési pontjára vonatkoztott adatokat.

Az amatőr számára a legmegfelelőbbek azok az efemeridák, melyeket dr. W. Guth docens közölt Prágában 1958. I. 16-án a *Népi Csillagda* 1. számában; ezek az adatok egy hétre vonatkoztak, és megadták az áthaladás idejét az északi földrajzi szélesség 50. foka fölött és azon hely földrajzi hosszúságát, ahol a pálya nyomvonala azt metszi. Ezt kiegészíti a mesterséges hold magassága a Föld fölött azon a helyen.

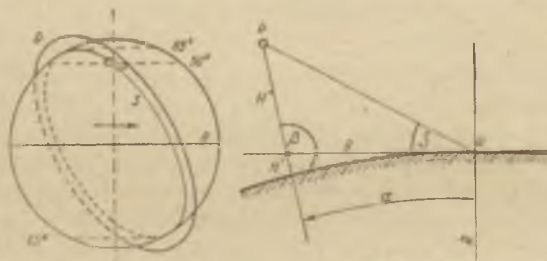
Azon amatőr csillagászok számára, akik nem ijednek meg egy kis matematikától, az ily módon összeállított efemerida elégséges ahhoz, hogy segítségével meghatározzák a saját megfigyelési pontjuk feletti

* Forlította dr. Jablůncezy László a *Rize Hvezd* c. folyóirat 1958. 6. számából.

áthaladás pályájának horizontális koordinátáit. Kíváncsi lenne, hogy az efemeridának állandóan ezt a formáját alkalmazzák.

Az efemeridák felhasználásához célszerű néhány grafikai segédletet készíteni, melyek munkánkat jelentősen meggyorsítják. Ezek némelyike általános érvényű, némelyike csak egy bizonyos mesterséges holdra vonatkoztatható.

Röviden összefoglaljuk mindazt, amit a mesterséges hold pályájáról tudunk (a példák a második szovjet szputnyikra, azaz az 1957 bétára vonatkoznak). A második szputnyik elsősorban is pályájának



22. ábra. Balra: példa a mesterséges hold keringési pályájára, amely 1 km magasságban repül a Föld felett, $i = 65^\circ$ hajlásszög alatt az egyenlítőhöz. D a mesterséges hold pályája, S a pálya nyomvonala a Föld felszínén, R az egyenlítő. Jobbra: Vázlat a mesterséges hold távolságainak és magasságának kiszámításához.

a Föld egyenlítőjéhez való hajlásával van meghatározva (lásd a 22. ábrát); a szovjet mesterséges holdaknál $i = 65^\circ$. Ez egy igen állandó érték és a mesterséges holdak aránylag rövid idejét figyelembe véve konstansnak vehetjük. Más a helyzet a röppálya síkjának állandóságával a térben (pl. tekintettel a tavaszpontra). Főként a Föld lapultságának következményeként a keringési sík nyugati irányban tolódik el, és pedig aránylag elég gyorsan (az 1957 bétánál 3 fok naponta).

Minthogy a kilőtt mesterséges hold mechanizmusát nem lehet abszolút pontossággal biztosítani, a röppálya általában ellipszis, melynek egyik gyújtópontja a Föld középpontja, és adatait és alakját a végsebesség és a kilövési irány határozzák meg. A röppálya ellipszisének méreteit főtengelye és az excentricitás határozzák meg. Ezekből meg lehet határozni a mesterséges hold Föld feletti legkisebb magasságának (perigeum) és legnagyobb magasságának (apogeum) adatait, valamint a keringési időt Kepler törvényei alapján ($P = 84,43 \sqrt{a^3}$).

A pálya ezen adatai idővel változnak: a földtávol (apogeum) közeledik a Földhöz a Föld lapultsága és a földi légkörrel való súr-

lódás következtében. Ezáltal a keringési idő megrövidül, a pálya excentricitása kisebbedik. A földközelpont (perigeum) magassága szintén csökken, de sokkal lassabban, úgyhogy a pálya a földtávolpontjának gyorsabb csökkenésével körpályába megy át. Csak ekkor válik a földközelpont változása gyorsabbá. A földközelpont helye a röppályán hasonlóképpen nem állandó: lassan körbefordul.

A levegő ellenállása akkor jut hatásosabban érvényre, ha a mesterséges hold egész pályája 300—350 km alá esik. A pálya megváltozása lényegesen meggyorsul, s az efemeridát már nem lehet valamilyen egyszerű extrapolációval összeállítani. Ha a magasság 100—150 km alá esik, a mesterséges hold gyorsan befejezi pályáját.

Az efemeridának az amatőr szükségleteihez mért előreszámításához a felsorolt változásokból főként a röppálya síkjának térben való elfordulását kell figyelembe venni, továbbá a keringési idő megrövidülését (a mesterséges hold magasságváltozását).

Milyen segédleteket tudunk elkészíteni? Elsősorban is egy diagramot, amely számunkra megadja, hogy a látóhatár felett milyen magasságban (szögben) láthatjuk a holdat, melynek abszolút földfeletti magasságát ismerjük (km-ben), és tudjuk, hogy tőlünk milyen távolságban (km) vezet pályájának nyomvonala.

Erre nézve a következő egyenlet érvényes (lásd. a 22. ábra jobboldalát):

$$f = \frac{2\pi R}{360} \cdot a = 111,3 \cdot a \text{ km} \quad (1)$$

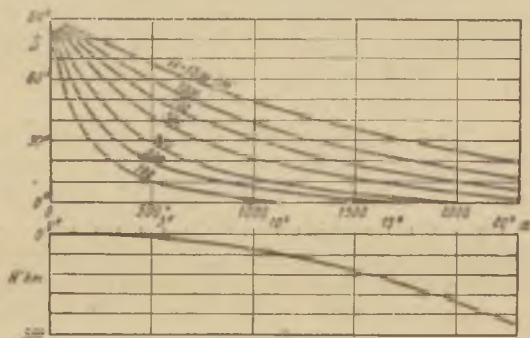
$$H' = R \left(\frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right) \quad (2)$$

$$g = R \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (3)$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{H'' \sin \beta}{g' - H'' \cos \beta} \quad (4)$$

ahol f = a pálya nyomának távolsága a megfigyelőtől a Föld felszínén mérve; α = a megfigyelő szögtávolsága a pálya nyomvonalától; R = 6375 km, a Föld félátmérője gömbre leegyszerűsítve; H' = a hold magasságának láthatatlan része a látóhatár alatt. A mesterséges hold egész magassága $H = H' + H''$; g = a háromszög alapja (lásd a 22. ábrát); δ = a mesterséges hold látszólagos magassága a látóhatár fölött (fokokban); $H'' = H - H'$, a mesterséges hold magasságának látható része; $\beta = 90^\circ + \alpha$.

A választott magasság-értékek (H) és távolságok (l vagy α) elérésével és a diagramra való felvitelével megkapjuk a 23. ábrát (a felső részét), amely számunkra megfelelő pontossággal megadja a mesterséges hold látszólagos magasságát (δ) a látóhatár fölött különböző abszolút magasságok és távolságok számára. A diagram alsó részén a takart H' magasság értékei vannak feltüntetve a távolságokra vonatkoztatva.



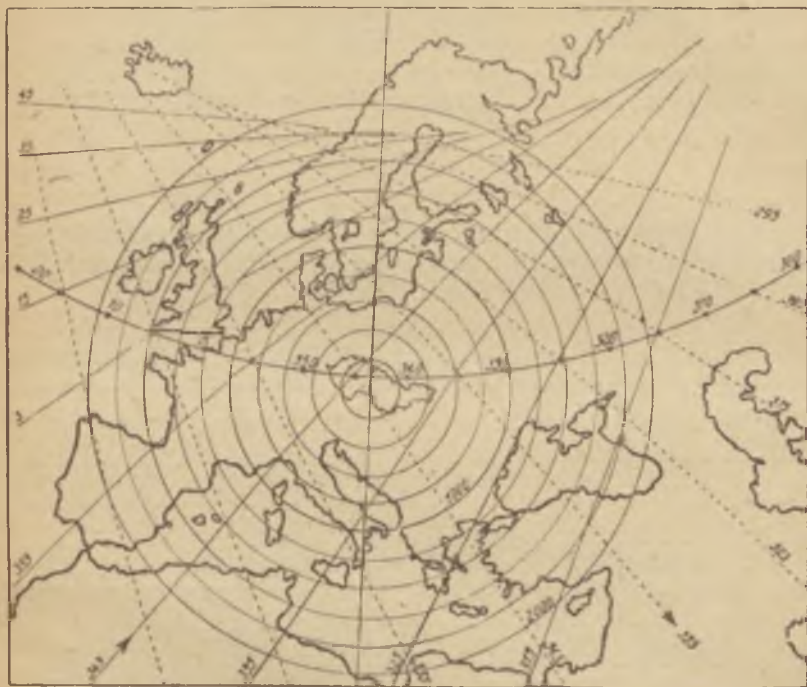
23. ábra. Diagram a mesterséges hold látóhatár feletti látszólagos magasságának és a Föld árnyéka magasságának meghatározásához.

Ezek az adatok megfelelőek számunkra a földárnyék magasságának meghatározására a Föld felszínének bizonyos pontja felett, adott pillanatban. Elegendő meghatározni, hogy a Nap hány fokkal esett a látóhatár alá (ε) és kivonjuk a H' magasságot az $\alpha = \varepsilon - 1,25^\circ$ távolság számára (tekintettel a Nap látszólagos nagyságára és a refrakcióra).

További segédletül a mesterséges hold pályájának a megfigyelő földrésze fölötti nyomvonaláról készített térkép szolgál. Ezt a segédletet külön-külön kell elkészíteni minden egyes mesterséges hold számára pályájának az egyenlítőhöz való hajlása szerint (i). A szovjet 1957 alfa és 1957 béta mesterséges holdak számára, melyek pályájának egyenlítőhöz való hajlása megközelítőleg $i = 65^\circ$ szögérték volt, elegendő egyetlen segédlet (lásd a 24. ábrát).

Közép-Európa térképére vigyük fel a megfigyelési helytől való megválasztott távolságok körrendszerét (a 24. ábrán Brünn számára 200 km-enként) és a helyi délkört. Ezután a térképre fölviesszük a mesterséges hold pályájának két rendszerét, melyek az északi szélesség 50° -án tetszőlegesen megválasztott földrajzi hosszúságokon haladnak keresztül. Amint azt az első ábra mutatja, a mesterséges hold pályája a mi szélességi körünket két ponton metszi: déli és visszafelé északi áthaladásában.

Pályájának (nyomvonalának) egyes pontjait a szférikus háromszög kiszámításával határozzuk meg (lásd a 25. sz. ábrát). A mesterséges



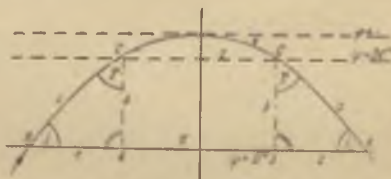
24. ábra. A mesterséges hold nyomvonalainak és ezek Brinnről való tárológéznak adottak térképe.

hold pályájának északi felét görbével ábrázoltuk. A párhuzamos vonalak: a Föld egyenlítője $\varphi = 0^\circ$, a mi szélességi körünk $\varphi = 50^\circ$ és a $\varphi = i = 65^\circ$ -os szélességi kör, a pálya legészakibb része.

Az ABC szférikus háromszöget a mesterséges holdpálya a része, a délkör b része és az ennek megfelelő metszet az egyenlítőn c határozzák meg.

Adatok a számításokhoz:
A-szög $= 90^\circ$; B-szög $= i (= 65^\circ$

a szöveget mesterséges holdra vonatkoztatva); $b = \varphi = a$ választott hely földrajzi szélessége, melyre vonatkozólag a háromszöget számítjuk.



25. ábra. Vázlat a mesterséges hold pályája metszeleinek kiszámításához.

Továbbá : $2c + d = 180^\circ$; $2a + e = 180^\circ$.

A további értékeket a következő egyenletekből számítjuk ki :

$$\sin a = \frac{\sin \varphi}{\sin i} \quad (5)$$

$$\sin b = \frac{\cos i}{\cos \varphi} \quad (6)$$

$$\sin c = \sin a \cdot \sin \gamma \quad (7)$$

Hogy a térképre be tudjuk rajzolni a mesterséges hold pályájának (nyomvonalának) nagyobb részét, metszópontjait a választott földrajzi szélességek egész sorával számoljuk ki.

4. táblázat

Föld- rajzi szélesség	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°
α	39°16'	45°10'	51°17'	57°42'	64°40'	72°51'	90°
e	101°28'	89°40'	77°26'	64°36'	50°40'	34°18'	0°
γ	31°04'	33°29'	36°42'	41°07'	47°27'	57°42'	90°
c	19°03'	20°02'	27°48'	33°46'	41°45'	53°52'	90°
d	141°54'	133°56'	124°24'	112°26'	96°30'	72°16'	0°

Például a szovjet mesterséges holdra vonatkoztatva megkapjuk a 4. táblázaton feltüntetett értékeket. Ebből a táblázatból egész sor érdekes értéket számíthatunk ki :

a) A mi környékünkön áthaladó pálya irányának azimutjait (a γ szögből),

b) megközelítően a pálya azon helyeit, ahol a mesterséges hold bizonyos időben található (ha ismerjük az áthaladást legalább a pálya egyetlen pontján [a , e távolságok],

c) a pálya metszópontjainak távolságát a mi délkörünkön (d) és ezzel azokat az időpontokat, amelyekben a pálya második részlete fölöttünk keresztül halad.

Már ezen értékeknek a térképre való felvitelével megkapnánk a pályának azon rendszerét, amely a mi céljainkra felhasználható. A pontosabb munka számára azonban figyelembe kell venni a mesterséges hold és a Föld kölcsönös sebességének hatását.

A mesterséges hold haladásának iránya azonos a Föld forgásának irányával (lásd a 22. ábrát). A kiigazítást elegendő pontossággal határozzuk meg az átlagos keringési időre, pl. $P = 100$ sec. Anélkül, hogy az aránylag egyszerű kiszámítást itt közölnénk, az 5. táblázatban adjuk az eredményeket. Itt fel vannak tüntetve a pályának (nyomvonal) a választott földrajzi szélességekkel való metszőpontjainak földrajzi hosszúságai, amikor $\varphi = 50^\circ$ szélességi körnél a metszésponthosszága $= 0^\circ$.

5. táblázat

φ	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°
λ^1	$\pm 13^\circ 27'$	$\pm 9^\circ 52'$	$\pm 5^\circ 31'$	0°	$\mp 7^\circ 31'$	$\mp 19^\circ 03'$	$\mp 53^\circ 59'$

Most már az egyes pályákat felvihetjük a térképre. Az oda- és visszairányult pályákat szimmetrikusak délkörre vonatkoztatva. A 24. ábrán a földrajzi hosszúság 10° -án eltolt pályák vannak ábrázolva. A dél felé tartó pályák vonalkázva, a visszafelé haladó pályák pedig folytonos vonallal vannak kihúzva. A jobb áttekinthetőség szempontjából ajánlom, hogy mindkét pályarendszert külön térképen tüntessük fel.

Ha már most az efemeridákból ismerjük bizonyos pálya metszőpontját az északi szélesség 50° -ával, könnyen tudjuk ábrázolni a térképen (vonalzót helyezünk a megfelelő rendszer szomszédos pályái közé). Ezután már könnyen meg tudjuk határozni a pálya hozzánk legközelebb eső pontját és annak azimutját. Ezután a 23. diagramból és a mesterséges hold ismert magasságából meghatározzuk a mi látóhatárunk fölötti látszólagos magasságát. Meghatározhatjuk a nálunk látható egész pályarész szögfüggvényét, ha fordítva járunk el: a 23. diagramból meghatározzuk a mesterséges hold Föld feletti (H) megadott magassága számára a távolságokat (f), amikor a megválasztott magasságokban nálunk a látóhatár felett jelentkezni fog.

Ha ezeket a távolságokat (f) átvisszük a térképre (23. ábra) a vonalzóval jelzett pályához, megállapíthatjuk, hogy milyen helyek felett lesz ez, és szögmérővel bemérjük ezek azimutjait. A látszólagos magasságok és az ezeknek megfelelő azimutok számunkra elegendő pontossággal fogják jelezni a mesterséges hold útját az égbolton. A pályák csúspontjainak fekvését a 25. ábrán pontozott görbével jelöltük metszet formájában (Brünn számára). Ennek a vonalzóval jelzett pályával való metszőpontja számunkra közvetlenül megadja a látszólagos pálya csúspontját. A további metszőpontok nem fognak bennünket megtévesztani, ha tudjuk, hogy a csúspont a megfigyelőhelytől (Brünn) a pályához vezetett merőlegesen fekszik.

Most még röviden az efemeridák további napokra való előre számításáról. Ha az efemeridákat az említett módon állítják össze, meg tudjuk belőlük határozni mind a keringési időt, mind a pályának az 50. párhuzamos körrel való metszéspontjának egy körpálya alatti eltolódását. Az efemeridákban vagy két egymás után következő körpálya adatai vannak feltüntetve, amennyiben ugyanazon szürkületre vonatkoznak, vagy pedig a második adat további napra vonatkozik, azaz a mesterséges hold a közbeeső időben egész számú pályákat tett meg (12—15-ig, a pályák méretei szerint). Hogyha az efemerida több napra vonatkozóan tartalmaz adatokat, a keringések ezen számát biztonsággal tudjuk meghatározni. A mesterséges hold rendszeres megfigyelésénél az előző adatokat is fel tudjuk használni, mert tudjuk, hogy a keringési idő állandóan rövidül.

A pályának az adott párhuzamos körrel való metszéspontja mindig nyugatra tolódik el (földrajzi hosszúsága nő). Ez a Föld forgásának következménye (15° óránként), továbbá a mesterséges hold térbeli pályája elfordulásának következménye (néhány fokkal naponta; ezt egy keringési időre számítjuk át) és végül egy fokkal naponta a Földnek a Nap körüli keringése következtében (a Nap-nap és a csillagnap különbsége). Ezek összege 24—30° között mozog, és azt ki lehet az efemeridák-ból számítani.

Minthogy a mesterséges holdat csak szürkületkor láthatjuk, melynek ideje lassan változik, az áthaladás időpontját és az 50. szélességi körrel való metszéspont eltolódását egy körpályára és egy napra is kiszámítjuk (rendszerint két körpálya teljes kiszámítását a 24 óras kereten belül).

Példának közlöm a dr. W. Guth-féle efemerida előre számítását, amelyről már fentebb volt szó. Ezen efemeridákból a következőket határozták meg:

egy körpálya idejét	99,36 sec
eltolódás egy körpálya alatt	+25,1°
egy nap (15 kör)	
időbeni eltolódás.....	+50,4 sec
a metszéspont eltolódás	+16,5°

a 660 km-es magasságot változtatás nélkül alkalmazták.

Ezen értékek segítségével az efemeridákat további napokra számították előre, amint ezt a 6. táblázat mutatja. Így további megfigyeléseket lehetett végezni anélkül, hogy meg kellett volna várunk az új körlevelet. A megfigyelés egyébként segít az efemeridák összeállításában és további kiszámításuk értékeinek pontosabbá tételében.

Nap	Idő Sec	50	0 ¹	Megfigyelési adatok ²	Megfigyelések
1958. I. 21.	17,55 19,35	334 359	16,35 17,11 18,30	f 550 Az. 230 46	felhő között 17. sz.
I. 22.	17,05 18,45 20,20	325 350 15		f 330 Az. 49 64 f 1900	túl világos pontos megfigyelés 18. sz.
I. 23.	17,55 19,35	342 7		f 150 Az. 230 77 f 1400 Az. 67 26	köd megpillantva 19. sz.
I. 24.	18,45 20,25	358 23		f 2500 Az. 82 4	nem figyelték meg

¹ Adatok a Nap helyzetére vonatkozóan: napnyugta, a polgári és a csillagászati alkonyat vége.

² f = a látszólagos pálya csúcspont-nyomának távolsága km-ben;

Az = a csúcspont azimutja — a csúcspont magassága a látóhatár felett;

o = a Nap mélysége a látóhatár alatt.

A fent leírt segédletek egyéb felhasználása is lehetséges még, de ezt már amatőr csillagászaink képességeire bízom, akiknek sok sikert, tiszta égboltot és főleg sok új fényes mesterséges holdat kívánok. Csillagászati intézményeinket pedig arra kérem, hogy az amatőrök számára oly módon összeállított efemeridákat közöljenek, amelyek megkönnyítik számukra az együttműködést a Nemzetközi Geofizikai Évvél.

GUMAN ISTVÁN:

EGY ÓEGYIPTOMI CSILLAGÁSZATI PROBLÉMÁRÓL

Már több mint másfél évszázada foglalkoztatja a régészeket az óegyiptomi kultúra maradványainak vizsgálata. Különösen a nagyobb építkezések és ezek közt is főleg a piramisok azok, amelyek magukra vonták a szakemberek figyelmét is. A többé vagy kevésbé erre hivatott írók tolla alól egész népszerű és sokszor misztikus irodalom alakult ki e témakör körül (Piazzzi, Baxandell stb. írásai). Sokan a piramisok méreteiből még alapvető fizikai és matematikai konstansokat is megkíséreltek levezetni. És sokszor nem is eredménytelenül. Néhány számadatból kellő kombinációval sok mindent ki lehet hozni. Azonban, azt hiszem, nem is kell bizonyítanom, hogy e próbálkozások minden tudományos alapot nélkülöznek. De van egy probléma, mely föltétlenül reális és eddig már igen kiterjedt irodalommal rendelkezik. Ez a világtájak pontos meghatározása. Egészen meglepő, hogy e területen mily nagy pontosságot tudtak az egyiptomiak elérni.

A piramisok orientációja

Tekintsük először az alaptényeket, az egyiptomi építményeken végzett mérések eredményeit. Az ókori egyiptomi templomokat és sírokat, különösen a piramis alakú királysírokat sokszor oly módon építették, hogy oldalai a négy világtáj irányában helyezkedjenek el. A tájolás pontosságát azonban sajnos nem tudjuk minden esetben megvizsgálni, mivel kevés modern műszerekkel végzett, pontos mérés áll rendelkezésünkre. De az eddig kapott eredmények némely esetben oly nagy precizitást mutatnak, mely egyedülálló az ókori népek között, sőt Proctor véleménye szerint ily pontos eredményeket még Tycho Brahe megfigyelései sem értek el. A gizéi nagy piramis (Khufew fáraó uralkodása alatt épült i. e. 2723 körül, alapjának oldalai 230 m hosszúak) a következő eltéréseket mutatja az É—D, ill. K—Ny irányoktól: keleti oldal 2'30'', nyugati oldal 5'30'', déli oldal 1'57'' és az északi oldal 2'28''. Nem marad el sokkal e mögött a két másik gizéi piramis sem: A 215 m-es piramis tájolása 5'26''-cel, a 108 m-esé 14'13''-cel tér el a valódi észak—dél iránytól. Még két nagyobb piramis adatai:

Meidoum (144 m) 24°25'; Dahohour (189 m) 9°12'. És ezzel a pontosabb mérési adatok felsorolását ki is merítettük. Az irodalomban közölt többi adat már csak azt mutatja, hogy több más templomnál és piramisnál is kisebb az eltérés 1°-nál. Érdekes megemlíteni, hogy az egyiptomiak különösen a régebbi korban fektettek nagy súlyt a pontos tájolásra. Az i. e. első évszázadokban már inkább a környezet földrajzi és építészeti kívánalmai szerint helyezték el épületeiket. A fennmaradt írásos emlékek szerint e jelenség magyarázatát a vallási és halotti kultusz változásában kell keresnünk.

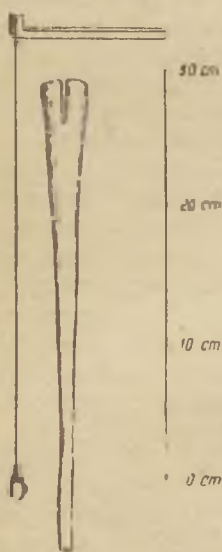
Felmerül a kérdés: miért ragaszkodtak az egyiptomiak különösen a régebbi időkben ennyire az északi irányhoz? Erre a piramisokban található feliratok adnak felvilágosítást. Ezek szerint a meghalt fáraó a sírboltjául szolgáló piramisból az északi pólus felé mutató folyosón a soha le nem nyugvó csillagok (cirkumpoláris csillagok) közé lép. A piramisok pontos tájolása tehát, az egyiptomi hiedelem szerint, halála után az istenek közé távozó fáraó halotti kultuszához tartozott.

Valószínű azonban, hogy emellett a már kész betájtolt piramist vagy más építményt a további csillagászati megfigyelésekhez is felhasználták. Ezt bizonyítják a fennmaradt írásos emlékek is, melyek szerint a csillagászati észlelés a főpapok feladata volt. Ezt bizonyítja továbbá a piramis szó Eisenlohr által adott megfejtése is (< pr—m—wá > = függőn). Valószínűleg a piramis szolgált az egyiptomiaknak átmeneti műszerül, azaz ennek segítségével figyelték meg a csillagok átmenetét a meridiánon időmeghatározás céljából. Erre utalnak a Theba mellett feltárt királysírokban található óratablácskák is, melyek megadják az év folyamán az éjszaka minden órájára a különböző csillagok átmeneti időpontját. E táblácskák használata csak úgy képzelhető el, ha feltételezzük az É—D vonal előzetes ismeretét.

Az egyiptomiak csillagászati műszerei

Már a XIX. század elejétől, amikor Jomard 6 kötetes „Description d’Egypte” című nagy műve megjelent, foglalkoztatja a régészeket és csillagászokat, hogy milyen úton érték el az egyiptomiak az észak—dél vonal, azaz meridián meghatározásában e megfelelő pontosságot. Erre két módszer jöhet számításba: az iránytűi és a csillagászati megfigyelés. Az első ezek közül az óegyiptomiak esetében semmi esetre sem vehető tekintetbe, egyrészt, mert nem található feljegyzés, mely arra utalna, hogy ismerték az iránytűt, illetve a mágneses jelenséget, másrészt pedig a mágneses pólus eltérése és változása sokkal nagyobb annál, hogy az elért pontosságot magyarázza. Az épületek alapvonalának a kitéréséről szóló feljegyzések is minden esetben csillagászati megfigyelésről tesznek említést. Tehát biztosra vehető: az egyiptomiak e célra csillagászati

megfigyelést használtak. A hieroglifákkal feljegyzett szövegekben említés is történik egy műszerről, mellyel csillagászati megfigyeléseket végeztek. Ez az ún. „merkhet”. Egészen századunk elejéig nem tudták e szó értelmét pontosan magyarázni. Volt, aki vízórának értelmezte, volt, aki a „merkhet” szó jelentése mögött egy más, akkor még ismeretlen csillagászati műszert sejtett. A kutatás az utóbbiaknak adott igazat, amikor L. Borchardt német egyiptológus a Berlini Múzeum egyiptomi leletei közt megtalálta a merkhet fennmaradt példányait. A műszer két részből áll. A Berlini Múzeumban három lelet található, egy az i. e. VI. századból származó teljes műszer, és egy ugyanilyen műszernek egy sokkal régebbi időből való (kb. i. e. 1400) részlete.



26. ábra. A merkhet.

A merkhet a következő két darabból áll (26. ábra): egy datolyapálmalevél szárából és gerincéből készült, a tetején függőleges résszel ellátott részből és egy elefántosontból készült, egyik végén négyzetes kiemelkedést hordó vonalzóból. A műszernek ez utóbb említett második része az, melyet az egyiptomiak merkhetnek neveztek. A vonalzó kiemelkedő részén egy vízszintes furat található, melytől két bemetszés fut le függőleges irányban. A rekonstrukció szerint ez egy függőön tartójául szolgált. A későbbi korból származó darabokon feliratok is találhatóak, melyek Borchardt értelmezése szerint a következőképpen szólnak: „Ismerem a Nap, a Hold és csillagok járását, és mindegyikének a helyét is. Készült Hor nevű horoszkopus számára” és a másikon „Szolgál az ünnepek kezdetének és az emberi sorsnak a megjelölésére. Készült Hor nevű horoszkopus számára”.* Érdekes megemlíteni, hogy Borchardt az elsőnek idézett felirat esetében csak egy íráshiba feltételezésével tudta a Nap és Hold szavakat értelmezni. Z. Žába megfejtése szerint

a szövegben két gömb alakú égitestről van csak szó, melyeket lehetne ugyan a Nappal és Holddal azonosítani, de az írásjelek más értelmezése is elképzelhető.

A műszer az észlelt égitest irányának meghatározására szolgált. Használata igen egyszerű. A megfigyelés menete Mahler rekonstrukciója szerint a következőképpen történt:

„Ha valaki ezt a pálmapálcát egyik kézzel függőlegesen közvet-

* Mahler Ede fordításai.

lenül egyik szem előtt tartotta, mialatt a másik szemét behunyta, és ennek a pálcának ék alakú bevágásán keresztül figyelte a függélyt, amely a magasan kinyújtott másik kézben levő vonalzóról lelóg, akkor ezen egyszerű eszközzel bármilyen irányt határozhatott meg a földön. Ha pl. ezt a két eszközt úgy tartotta az észlelő, hogy az ék alakú bevágáson keresztül nézve, a lelógó függély irányába esett a poláris csillag is, így megkapta az északi irányt: ha aztán bizonyos távolságban rudat állított fel függélyesen, úgy, hogy a bejátszott függély irányába nemcsak a poláris csillag, hanem a felállított rúd is beleesett, akkor az észlelő és a rúd közötti vonal iránya jelezte a földre vetített északi vonalat, azaz az illető helynek a meridiánját.”

Mahler a fenti idézetben a poláris csillag észlelését írta le. Mint később látni fogjuk, nem valószínű, hogy az egyiptomiak az észak-vonal meghatározására az akkori poláris csillagot használták.

Hogy az észlelés miként történt, arról nincs feljegyzés, csak annyit tudunk, hogy a piramis vagy templom alapjainak kijelölését ünnepség keretében végezték, mely folyamán a fáraó vagy főpap merkhét segítségével jelölte ki az északi irányt. Egy erről szóló felirat Burgsch megfejtése szerint idézve: „*Megfogom az iránypalcát és kalapács nyelét; megragadom a zsinetet Sechat* segítségével. Figyelem a csillagok mozgását szememet a Bikacomb (kb. Nagy Medve csillagkép) felé fordítva. Az Időt Jelző isten szerepében mérek a merkhét segítségével. Megállapítom a templom négy sarkát.*” Egy másik erről szóló felirat Dümichen megfejtése szerint: „*A fáraó ő maga, kezeit a zsinegen tartja, elvégzi a húr feszítésének a szertartását — az Időt Jelző isten áll a merkhét mellett —, hogy leszögezze az Edfu(-i templom) alapjait.*” Még több hasonló szövegű felirat található, és érdekes megemlíteni, hogy ezekben csak a Bikacomb csillagjairól történik említés. Tehát valószínű, hogy az észlelés mindig ugyanazon csillagok segítségével történt. Az Időt Jelző istenről véleményem szerint csak azért történt említés, mert a kijelölt É—D vonalat később időmeghatározás céljára használták. Ez annál is valószínűbb, mert mint később látni fogjuk, azok a feltevések, melyek szerint az észlelés időmérés segítségével történt, nem fogadhatók el.

A csillagászokat érdeklő kérdés tehát a következő: Milyen módszert használtak az egyiptomiak az északi irány meghatározására. Vegyük sorra az irodalomban erre található feltevéseket.

*A számolás, ópítés és írásművészet istennője.

1. Zinner szerint az (észak—dél) irányt a Nap által vetett árnyék és az árnyékvető oszlop körül rajzolt koncentrikus körök segítségével tűzték ki (ún. indiai kör). Igaz ugyan, hogy e módszert az ókorban már máshol is ismerték, de hogy az egyiptomiak ezzel ily nagy pontosságot el tudtak volna érni, nem valószínű. Először is az árnyék hosszváltozása különösen a Nap delelése idején lassan történik, tehát a legrövidebb árnyék irányának a kitűzése nem lehet ilyen pontos. Ha pedig a másik módszert tételezzük fel, mely szerint a koncentrikus körök segítségével a delelés előtti és utáni azonos árnyék hosszúságok irányait észlelték, és az É—D vonalat a szögfelező szerkesztésével határozták meg, akkor a Nap deklinációjának a változása miatt nem kaptak volna elég pontos eredményt, kivéve a nyári és téli napfordulókor. Zinner szerint az egyiptomiak azzal növelték az észlelés pontosságát, hogy igen magas obeliszkeket építettek, minél hosszabb árnyék elérése céljából. Ez esetben azonban az obeliszket környező terep szintezésének a problémája merül fel. Végül e módszer ellen szól, hogy az észleléssel foglalkozó feljegyzések is kizárólag csillagkép megfigyeléséről tesznek említést.

2. A csillagok megfigyelését illetően egyik legegyszerűbb, de legtöbbet is vitatott módszer az északi irány meghatározása a sarkcsillag segítségével. Mint tudjuk, a Föld forgástengelyének χ precessziós mozgása folytán az égbolt pólusai lassan vándorolnak a csillagok közt. A jelenlegi sarkcsillag a piramisok építése idején 24° távolságra volt az égbolt északi pólusától. Abban az időben az α Draconis volt az északi pólus közelében levő legfényesebb csillag. Azonban a különböző, pontosan tájolt építmények felépítése közt eltelt idő alatt, a precesszió jelensége miatt, e csillag is oly mértékben változtatta helyét, hogy nem szolgálhatott ily nagy időközben az északi irány kijelöléséhez. Különösen a nagy pontossággal tájolt gízai nagy piramis építése idején már túl távol volt a pólustól ahhoz, hogy e célra használható legyen.

3. Más feltevés szerint a csillagok delelési pontjának a meghatározása szolgált az északi irány kitűzéséhez. E módszernek egy változatát már E. F. Jomard és J. Herschel is megemlíti 1799-ben, ill. 1857-ben. Ebben az esetben azonban az elért pontosságot szintén nem lehet megmagyarázni, mivel a csillag az alsó vagy felső delelésben oly lassan változtatja magasságát, hogy a csúcs vagy mélypont ily pontossággal nem határozható meg.

4. Z. Žába 1953-ban kiadott, e problémáról szóló igen jó és részletes kritikai dolgozatában az Antoniadi által 1934-ben felvetett és Lexa által 1950-ben javított módszert tartja a legmegfelelőbbnek. E szerint ugyanazon csillag legnagyobb keleti és nyugati kitérésének az irányait

határozták meg. Ebből szögfelező szerkesztésével kapták az É—D vonalat. Itt is felmerül azonban két nehézség: a csillagok horizontális elmozdulása a legnagyobb keleti, ill. nyugati kitérésben igen lassú, és az elongáció beállta időmérés nélkül nem jelezhető előre, másrészt pedig a két elongáció időpontját 12 óra választja el egymástól. Igaz, hogy a legnagyobb kitérés iránya pontosabban észlelhető függőön segítségével, mint a delelés vonala, de az ennél említett nehézségek kisebb mértékben azért itt is fellépnek. A második probléma viszont az éjszaka rövidsége, mivel Egyiptom földrajzi szélessége alatt a leghosszabb éjszaka időtartama is csak 14 óra. E módszer szerint tehát az észlelés csak a téli napforduló ideje körül volt lehetséges.

A többek által felvetett következő két módszer sem állja ki a kritikát. Az egyik szerint ugyanazon csillag felkelési és lenyugvási pontját észlelték, a másik szerint egy közel cirkumpoláris csillag északi eltűnési pontját határozták meg. Mindkét esetben a horizon egyenletlensége és a látóhatárközeli rossz észlelési viszonyok okozzák a nehézséget. (Z. Žába munkájában megemlíti, hogy Egyiptomból kért információk szerint a piramisok környékén a látási viszonyok a horizon közelében úgyszólván mindig rosszak. Ugyanezt Zinner is megemlíti.)

1926-ban Borchardt az általunk is említett okok alapján elveti régebbi, a mindenkor poláris csillag észlelésén alapuló elméletét. Ugyanekkor megemlíti mint lehetséges módszert egy cirkumpoláris csillag irányának meghatározását két, egymástól 12 órával elválasztott időpontban. De rögtön ki is fejti e módszer hátrányát: ehhez fel kell tételeznünk a pontos időbeosztás ismeretét, mellyel a piramisok felépítése után még kétezer évvel sem bírtak az egyiptomiak. Általában minden módszert, mely időszakaszok pontos mérését tételezi fel, el kell vetnünk, mert a fennmaradt leletek szerint mind a nap, mind a vízórák beosztása elég pontatlan volt. Az egyiptomiak különben sem használtak állandó hosszúságú időközt az idő mérésére, hanem időegységük az évszakok szerint a nappal és éjjel hosszával párhuzamosan változott, amint azt még a rómaiaknál is megtaláljuk. A fentemlített módszer azonban elvileg sem helyes, mert ugyanazon csillag, 12 óra időkülönbséggel, keleti, illetve nyugati irányban mért azimutjai csak abban az esetben azonosak, ha a két időpont vagy a maximális elongációk, vagy a delelésck pillanataira esik. E két esetet viszont már megvizsgáltuk.

F. Lexa cseh egyiptológus a probléma megoldására a következőt ajánlja: az egyiptomiak a csillag kelte és nyugta helyett, mesterséges horizon segítségével, a csillag azonos magasságainak az irányát észlelték. Szerintem az észlelés kivitelezése itt is oly nagy technikai pontosságot kíván, melyet az egyiptomiakról az eddig ismertté vált műszereik alapján nem tételezhetünk fel. A megfigyelő egész kis elmozdulása már

jelentős parallaktikus hibát eredményezne, még abban az esetben is, ha a megfigyelő műszert rögzített felállásban képzelnénk el, mint azt Lexa feltételezte. A másik technikai nehézség a mesterséges horizon megkívánt precizitású kivitelezése.

Mielőtt az irodalomban található és számításba vehető módszerek közül az utolsóra rátérnék, egy érdekes egyiptomi csillagkép-

ábrázolásra szeretném a figyelmet felhívni. Ez az ún. „A Kiterjesztett szárnyú” csillagkép. Mint a 27. ábrán is látható, madár alakjában ábrázolták, melynek a széttárt két szárnyán, ill. kezén egy egyenes vonal halad át. Érdekes, hogy a több helyen is fennmaradt égboltábrázolásokon ez a csillagkép mindig a kelet- és nyugatpont felezése körül található, oly módon elhelyezve, hogy a kezein átmenő vonal az egész égboltot függőlegesen átszeli. Ilyen alakban különösen a régebbi időkben fennmaradt emlékeken látható, a későbbi görög—római korból származó rajzokon a függőleges vonalat már lándzsa helyettesíti. Nyilvánvaló tehát, a későbbi ábrázolás az eredeti réginek csak átalakulása. Kézenfekvő a magyarázat, mely szerint e vonal vagy a meridiánt, vagy egy e közelében fekvő függőlegest akar ábrázolni. A karnaki



27. ábra. „A Kiterjesztett szárnyú” csillagkép két ábrázolása.

leletek közt egy vízórát is találtak, melyen az északi égbolt ábrázolása látható. Ezen a rajzon nem egy, hanem két ilyen vonal is található, melyek szögfelezője adja a meridiánt. Ehhez hasonló ábrázolást láthatunk a 27. ábrán közölt képek egyikén is, ahol a Bikacomb utolsó csillagjától kiindulva szintén megtalálható e két vonal.

Valószínűleg ezen csillagképábrázolás inspirációja is közrejátszott a következő, Gensler és később Polák által, 1872-ben, ill. 1952-ben ajánlott módszer keletkezésénél. Gensler szerint két azonos rektasz-cenziójú cirkumpoláris csillag alsó delelését észlelték az északi irány meghatározása céljából. Ez következőképpen történt: Egy függő-
őn segítségével meghatározták a pillanatot, mikor a két csillag pontosan azonos azimutban van, azaz mindkettő a függőőn zsinórjával egybeesik. Ez az irány adta az északvonalat. Észleléstechnikai szempontból az eddig ismertettek közül ez a legpontosabb, mivel megfigyel-

hető, amint a két csillag a fonálhoz két oldalról közeledik. Ez a módszer azonban mégsem fogadható el, mert két megoldatlan kérdés is felmerül vele kapcsolatban. Először is nem mindig található két kellő fényességű, e célra alkalmas, azonos rektaszcenziójú csillag, és ha található is, honnan tudták az egyiptomiak, hogy a két rektaszcenzió azonos? Másodszor pedig a precessziós változás miatt e módszer is csak bizonyos korlátolt időszakban használható, és amint fentebb láttuk, ez az egyiptomi leletekkel nem egyeztethető össze. Polák módszere a fentivel azonos, és csak annyiban részletesebb, hogy a két csillagot meg is adja (δ és γ Ursae Maioris), mely i.e. 2800-ban e célra megfelelt.

Ezzel be is fejeztük az eddig ajánlott és számításba vehető módszerek áttekintését (olyan feltevéseket, melyek magától érthetően nem megfelelők, mint pl. H. Kees véleménye, mely szerint a pontos orientáció csak véletlen, nem tárgyaltunk), és mint láttuk, egyik sem adja a probléma teljesen kielégítő megoldását. Röviden összefoglalva, fent ismertetett módszereink ellen a következő kritikai kifogások emelhetők:

1. az észleléstechnikai problémák nem oldhatók meg;
2. az észleléshez szükséges műszereket az egyiptomiak még nem ismerték, vagy ezek még nem voltak elég tökéletesek az észlelés ily nagy pontosságú elvégzéséhez;
3. a régészeti leletek vagy fennmaradt feliratok ellentmondanak, vagy legalábbis nem szolgálnak bizonyítékkul;
4. a módszer a precessziós változásokat nem veszi tekintetbe; és végül
5. a módszer elvileg hibás.

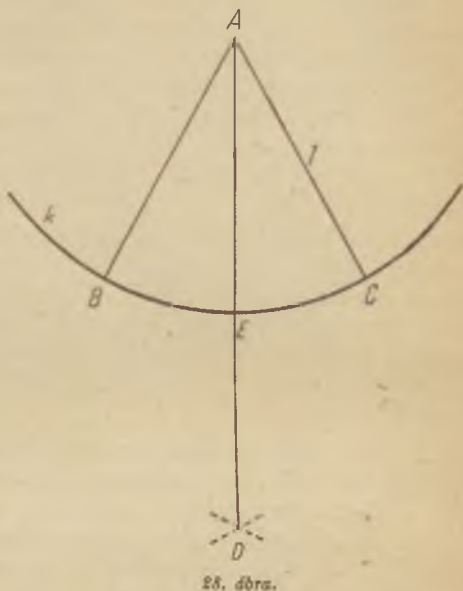
Ha tehát a probléma megoldását keressük, a fenti pontokat tekintetbe kell venni.

Az alábbiakban egy olyan észlelési eljárást szeretnék ismertetni, mely a fenti kritikákat talán jobban kiállja.

Az azimutális együttállás módszere

Ezen módszer szerint két csillag azimutvonalának egybeesését észleljük. Ha ti. két erre alkalmas csillagot választunk és a két irányt kitérítjük, melyben a csillagok azimutja azonos, akkor e két irány horizonpontja egyenlő szögtávolságra van keletre, illetve nyugatra az északi pólus talppontjától. Szögfelezéssel tehát meg tudjuk a pontos északi irányt állapítani. Az észlelés elvégzése, mint látni fogjuk, egyszerű, szférikus csillagászati tárgyalása kissé bonyolultabb, de utóbbinak ismeretét nem kell az egyiptomiakról feltételeznünk.

A megfigyelés gyakorlati kivitelezése következőképpen történhet: A 28. ábra A pontja egy iránypóznát jelöl, mely egyben az építendő piramis alpnégyszetének egyik sarkpontja is. Egy kötél segítségével az A pont körül egy k körívet húzunk. A kötél l hossza legyen egyenlő a piramis alpnégyszetének oldalával. Az észlelő a merket segítségével megfigyeli, hogy a k körív mely pontjából látható ugyanabban az irányban az A iránypózna és a két kiválasztott, S_1 és S_2 csillag, amint éppen áthaladnak a függőön zsinórján (29. ábra). Utána rögzíti egy iránypóznával a függőön B talppontját a k köríven. Ugyanilyen módon jelöli meg a k köríven a C pontot is, amikor ugyanazon két csillag a pólus másik oldalán is azimutális együttállásba kerül ($S'_1 S'_2 A'$). Az \widehat{BAC} szöget két körívvel felezi és a D felezési pontot és az A iránypóznát egy egyenessel összeköti. Ez az egyenes és a k körív E metszéspontja adja a piramis másik sarkpontját.



E módszerhez a következő megjegyzéseket fűzhetjük:

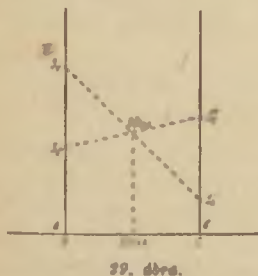
1. A k köríven fekvő B és C pontok megkívánt pontossággal kitűzhetők, mert az azimutális együttállás előtt már jól megfigyelhető, amint a két csillag jobbról és balról a függőön felé közeledik. A merket pontos beállításhoz tehát elegendő idő áll rendelkezésre.

2. Az azimutális együttállás megfigyelése egy függőőnnel sokkal pontosabban elvégezhető, mint egy csillag alsó, ill. felső delelésének, legnagyobb keleti, ill. nyugati kitérésének vagy felkelésének, ill. lenyugvásának észlelése.

3. Az észleléshez nem szükséges időmérés.

4. Független a precessziótól.

5. A csillagokat oly módon kell megválasztani, hogy deklinációjuk nagyobb legyen az észlelési hely φ földrajzi szélességénél, azaz a felső



delelés a zenittől északra essen (ez csak gyakorlati, nem elvi követelmény).

6. Két ilyen azimutális együttállás közt eltelt idő a gyakorlat szempontjából számításba vehető esetekben kb. 10—14 órát tesz ki, a csillagok koordinátájától függően. Alkalmasan választott csillagok esetében tehát az észlelés egy éjszaka folyamán is elvégezhető. Természetesen a *B* és *C* pontok különböző éjszakákon is kitűzhetők.

7. Az év minden szakában találhatóak e célra megfelelő csillagok.

8. A módszer a $\varphi = 0^\circ$ és 90° földrajzi szélességek környékén nem használható.

Az észlelés kivitelezése más módon is elképzelhető, pl. a függőön rögzítésével és két iránypózna kitűzésével stb. A használt észlelési módoszat kérdésében csak a feliratok további magyarázata lehet döntő. Az is elképzelhető, hogy ez az észlelési mód a legnagyobb elongáció módszeréből alakult ki az idők folyamán.

A régészek által eddig ismertetett egyiptomi feliratok, ábrázolások és műszerek sem állnak ellentétben a fenti módszerrel. Sőt, némelyik egyenesen erre látszik utalni (a húr feszítésének és pózna leverésének a szertartása, a merkhel használatáról szóló feljegyzések, „A Kiterjesztett szárnyú” csillagkép ábrázolása és főleg a karnaki klepszidrán talált rajz, melynek egy változata a 27. ábrán is megtalálható).

Amint láttuk, egyiptológiai szempontból nem emelhető komolyabb kifogás. Tehát még csak azt kell bizonyítanunk, hogy a módszer elvileg is helyes.

Az azimutális együttállás tárgyalása csillagászati szempontból

Az alábbiakban a következő jelöléseket használjuk:

α_1, δ_1	az első S_1 csillag rektaszcenziója és deklinációja
α_2, δ_2	a második S_2 csillag rektaszcenziója és deklinációja
A	azimut
ϑ	csillagidő
$t = \vartheta - \alpha$	óraszög
φ	földrajzi szélesség.

Mint ismeretes, a csillag azimutját a következő képlet adja:

$$\operatorname{tg} A = \frac{\sin t}{\sin \varphi \cos t - \cos \varphi \operatorname{tg} \delta} \quad (1)$$

Mi azt a ϑ időpontot keressük, amikor a két csillag azonos azimutba jut. Tehát a két csillag (1) képlettel kifejezett azimutját egyenlővé

tesszük, és az így kapott egyenletből a hozzátartozó csillagidőt kiszámítjuk. Ily módon a következő eredményeket kapjuk:

$$\begin{aligned}\sin \vartheta_{1,2} &= \frac{-p \pm q \sqrt{p^2 + q^2 - 1}}{p^2 + q^2} \\ \cos \vartheta_{1,2} &= \frac{+q \pm p \sqrt{p^2 + q^2 - 1}}{p^2 + q^2}\end{aligned}\quad (2)$$

ahol p és q a következő mennyiségeket jelentik:

$$\begin{aligned}p &= \frac{\cos \alpha_1 \operatorname{tg} \delta_2 - \cos \alpha_2 \operatorname{tg} \delta_1}{\operatorname{tg} \varphi \sin (\alpha_1 - \alpha_2)} \\ q &= \frac{\sin \alpha_1 \operatorname{tg} \delta_2 - \sin \alpha_2 \operatorname{tg} \delta_1}{\operatorname{tg} \varphi \sin (\alpha_1 - \alpha_2)}\end{aligned}$$

Ellenőrizzük eredményeinket egy numerikus példa segítségével. Tegyük fel, hogy az egyiptomiak i. e. 2722-ben (kb. a gízéi nagy piramis építési ideje) az α Ursae Maioris (Dubhe) és α Ursae Minoris (a jelenlegi Poláris) csillagokat észlelték.

A csillagok koordinátái a következők voltak:

$$\alpha \text{ UMa} : \alpha_1 = 3^{\text{h}} 10^{\text{m}} 00^{\text{s}}; \quad \delta_1 = +70^\circ 14'$$

$$\alpha \text{ UMi} : \alpha_2 = 22^{\text{h}} 00^{\text{m}} 16^{\text{s}}; \quad \delta_2 = +63^\circ 53'$$

A földrajzi szélesség $\varphi = 30^\circ$.

Ezekből p és q -ra a következő értékeket kapjuk:

$$p = -1,83396; \quad q = +5,13277$$

és továbbá a (2) képlet segítségével

$$\sin \vartheta_1 = +0,98744; \quad \cos \vartheta_1 = -0,15799$$

és

$$\sin \vartheta_2 = -0,86397; \quad \cos \vartheta_2 = +0,50353$$

A két csillag azonos azimutban állt

$$\vartheta_1 = 6^{\text{h}} 36^{\text{m}} 20^{\text{s}} \quad \text{és} \quad \vartheta_2 = 20^{\text{h}} 00^{\text{m}} 56^{\text{s}}$$

-kor helyi csillagidőben. Tehát a két együttállás közt eltelt időköz $13^{\text{h}} 24^{\text{m}} 36^{\text{s}}$, ill. $10^{\text{h}} 35^{\text{m}} 24^{\text{s}}$, szintén csillagidőben kifejezve.

A két csillag azimutja ϑ_1 időpontban az (1) képlet szerint

$$A_1 = -20^\circ 28'$$

Ugyanez ϑ_2 időpontban

$$A_2 = +20^\circ 28'$$

Az eredmény tehát igazolja módszerünk elvi helyességét.

Számítsuk még ki, milyen z zenitdisztanciával bírtak a csillagok az azimutális együttállások idején. A közismert

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$$

zenitdisztancia képlet alkalmazásával a következő értékeket kapjuk :

A_1 esetén

$$z_{1 \text{ aUMa}} = 45^\circ 34' ; z_{1 \text{ aUMi}} = 77^\circ 56'$$

és A_2 esetén

$$z_{2 \text{ aUMa}} = 67^\circ 26' ; z_{2 \text{ aUMi}} = 38^\circ 46'$$

Ebből látjuk, hogy a két csillag horizonfeletti magassága az észlelések időpontjában nem volt túl nagy, a megfigyelés gyakorlati kivitelezése tehát nem ütközött akadályba.

Néhány befejező megjegyzés

Az észlelési technika ellenőrzése céljából néhány csillag adatait a mi időnkre és szélességünkre is kiszámítottam. A megfigyelés igen egyszerűen történik : egy vékony fehér cérnaszálra egy súlyt kötünk, és ezt a függőönt, mely a merketet helyettesíti, egy szabadon álló magasabb pontban függesztjük fel, a súlyt egy vízzel telt edénybe lógatva a lengések gyors csillapítása végett. Miután a szálát oldalról zseblámpával megvilágítjuk, a konjunktio időpontja előtt megfigyelhetjük, amint a két csillag lassan két oldalról a szál felé közeledik. Az azimutális együttállás abban az időpontban áll be, mikor a két csillag éppen a szálon áthalad.

A fentiekből következik : ha kiszámítjuk előre az együttállás időpontját, a módszer a csillagidő meghatározására is felhasználható. A gyakorlat azt mutatta, hogy a csillagidő ezen egyszerű eszköz segítségével, kedvezően kiválasztott csillagpárok esetén, kb. egy perc pontossággal meghatározható. Mindenesetre a mi földrajzi szélességeink alatt az észlelés nem olyan kényelmes, mint Egyiptomban, mivel a csillagok elég kis zenittávolságok mellett jutnak azimutális együttállásba. Ezért a függőön szálát jó hosszúra kell venni. E módszert, mely a Harzer

féle fonalmódszer egy változata, K. Stumfi is ajánlja a csillagidő meghatározására. (L. K. Stumfi: Geographische Ortsbestimmungen. §§ 27, 28. Berlin 1955)

Aki a módszert ki akarja próbálni, a megadott képletek alapján könnyen kiszámíthatja az észlelési helyére érvényes adatokat. Ajánlatos előtte a csillagpár helyzetét egy csillagtérképen megbecsülni, nehogy a konjunkció rossz időpontra essen, vagy az észlelési viszonyok kedvezőtlenek legyenek. Erre már kisebb csillagtérkép is megfelel. Ha időmeghatározásra akarja a módszert használni, ajánlatos egy pólushoz közeli (erre a poláris is megfelel) és egy pólustól távolabbi csillagból álló párt választani. Ekkor az időpont pontosabban észlelhető.

Irodalom:

1. E. M. Antoniadi: L'astronomie égyptienne. Paris 1934.
2. L. Borchardt: Längen und Richtungen der vier Grundkanten der grossen Pyramide bei Gise. Berlin 1926.
3. L. Borchardt: Ein altägyptisches astronomisches Instrument. Zeitschrift für ägyptische Sprache. 1899.
4. H. Brusch: Thesaurus inscriptionum Aegypticarum. 1883—91.
5. F. K. Ginzel: Handbuch der Chronologie 1906—14.
6. Mahler Ede: Az asztronómia művelése az ókori egyiptomiaknál. Stella Almanach. 1926.
7. P. Neugebauer: Tafeln zur astronomischen Chronologie. 1912—25.
8. B. Polák: Astronomická orientace egyptshých chrámů a pyramid. Říše hvězd 1952.
9. Z. Žába: L'orientation astronomique dans l'ancienne Égypte. Archiv Orientalni. Supplementa 1953.
10. E. Zinner: Die Geschichte der Sternkunde. Berlin 1931.
11. E. Zinner: Untersuchungen zur Geschichte der Sternkunde. Bamberg 1932.

ZERINVÁRY SZILÁRD:

HOGY HATÁROZZÁK MEG A HOLDBELI HEGYEK MAGASSÁGÁT ?

Amikor egy hegységről vagy egy hegycsúcsról beszélünk, legfontosabb adatként először a tengerszint feletti magasságukat szoktuk megemlíteni. Elvileg ugyanezt a követelményt támaszthatjuk akkor is, amikor a holdfelszín domborzati viszonyairól olvasunk. Hiszen bizonyára mindenkit érdekel az a kérdés, hogy mekkora a holdbeli hegyek „tengerszint feletti” magassága.

Ez a kérdés sokkal nehezebb, mintsem gondolnánk. A helyzet ugyanis az, hogy a Holdon egyáltalában nincs is ± 0 m-es szint.

A Földön a geodéták könnyű helyzetben vannak, hiszen méréseik alapjául a közepes tengerszintet veszik, és a helyszínen végezhető mérési munkákkal, úgynevezett szintezési műveletekkel oldják meg feladataikat. A Hold felépítésével, szerkezeti vonásaival, domborzatviszonyaival foglalkozó szakember, a szelenográfus összehasonlíthatatlanul nehezebb helyzetben van. Először is, nem tud a helyszínrre „kiszállni”. Azt viszont nem kell külön bizonyítani, hogy nem a legkönnyebb a munkája, hiszen mérési műveleteit közel 400 000 km távolságból kell lefolytatnia. De nem ez az egyedüli nehézség, hanem a ± 0 m-es tengerszint hiánya. Ahhoz, hogy ennek a súlyát kellőképpen mérlegelni tudjuk, megint egy összehasonlítást kell tennünk.

A Földön a mérések alapjául az úgynevezett geoid felület szolgál. A geoid felület az óceánokon általában az ellipszoid felszín alatt, a szárazföldeken pedig az ellipszoid felszín felett van. Az ellipszoid és a geoid felszíne közötti különbség nem nagy: csak kevés helyen éri el, illetve haladja meg a 100 m-t. Mindebből láthatjuk, hogy a Földön ilyen finomságokat is figyelembe vehetünk. Amíg a forgási ellipszoid matematikailag könnyen megfogható és meghatározható, addig a geoidot ma még semmiféle formulával nem tudjuk szabatosan jellemezni. A geofizikai és geodéziai mérések azonban módot nyújtanak arra, hogy a geoid felszínt is felderíthessük, illetve a geoid felszíntől radiális (a föld-sugár irányába eső) irányban mért szintkülönbségeket is térképezhessük.

Bizonyosak lehetünk abban, hogy a Hold nem tökéletesen gömb alakú, hiszen tengelyforgást végez. Kétségtelennek kell tartanunk

tehát, hogy a Hold alakja is forgási ellipszoid, illetve harmadik megközelítésben három tengelyű forgási ellipszoid. Jogosan feltehető azonban az is, hogy a Hold alakját is csak egy negyedik megközelítéssel adhatnánk meg tökéletesen. Ez pedig azt jelenti, hogy a Holdnak — a Földhöz hasonlóan — egyéni alakja van, amelyet a geoid szó mintájára szelenoidnak nevezhetnénk. Bizonyosra vehetjük ugyanis, hogy a Hold sem tökéletesen homogén felépítésű, márpedig ha ez így van, akkor kétségtelen, hogy az alakját csak a negyedik megközelítéssel (szelenoid) adhatjuk meg. Ennek az alaknak a megismerése csak az űrhajózás korában lesz majd lehetséges.

Felmerülhetne valakiben esetleg az a gondolat is, hogy a közepes holdfelszín kellene kiindulási alapul vennünk. Egyelőre ez is megoldhatatlan. Hogy határozhatnánk meg a Hold közepes felszínét, amikor csak az egyik félgömbjét ismerjük? Ha — tegyük fel — a Föld felé fordult félgömb közepes felszínét sikerülne is meghatároznunk, a túlsó félgömb szintviszonyai bizonyára korrekciót adnának bizonyos irányban. Nem beszélhetünk tehát közepes szintről egy olyan égitessel kapcsolatban, amelynek csak az egyik félgömbjét ismerjük.

Mindezekből kiviláglik, hogy a Hold felszínén levő hegyek magasságának a meghatározása valóban nehéz feladat. Bizonyára kézenfekvő valamennyiünk előtt, hogy a nehézségekből csak egy kivezető utunk lehetséges: a holdbeli hegyek magasságát a környezetükhöz viszonyítva kell megadnunk. Amikor tehát egyes holdbeli hegyek magassági adatait közöljük, ezzel nem az abszolút, hanem csak a relatív magasságukat adjuk meg.

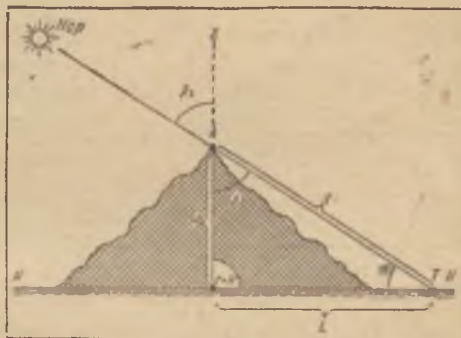
Miután a nehézségeket kellőképpen ecseteltük, rátérünk annak a válaszására, hogy miképpen tudjuk mégis a holdbeli hegyek magasságát megmérni.

Az egyik lehetőség akkor kínálkozik, amikor egy holdbeli hegy éppen a holdkorong peremén tűnik fel. Ha jó távcsővel rendelkezünk, ilyen esetekben a sötét háttér jól láthatóvá teszi a perem egyenetlenségeit, illetve kidudorodásait. Magukat a méréseket mikrométerekkel végezzük, és számítások révén kapjuk meg a hegyek relatív magasságát. Szerencsés körülménynek mondható, hogy a Hold felszínén számos hegység helyezkedik el, és ezért jut belőlük bőven a mindenkor látható félgömb peremére is. A „mindenkori” szót egyébként azért használtuk, mert hiszen a librációk következtében a Föld felé forduló, illetve a Földtől elforduló félgömb határvonala nem állandó. A libráció következtében tehát valósággal „váltják” egymást a Hold peremén látható hegyek. Ilyen perem menti mérésekkel állapították meg a csillagászok, hogy a legmagasabb hegycsúcs (az ún. Leibniz csúcs, a Hold déli sarka közelében) több mint 9 km-rel magasabb a környező mélyfekvésű területeknél.

A holdbeli hegyek magasságát sok esetben az általuk vetett

árnyék segítségével is meghatározhatjuk. Ezt az eljárást főleg olyan esetekben alkalmazhatjuk, amikor a hegységet mélyebben fekvő és aránylag síknak minősíthető területek veszik körül. Az eljárás lényegét a 30. ábrán szemléltetjük.

A 30. ábrán A -val jelöltük a hegy csúcsát és T -vel az általa vetett árnyék határát. A B pont jelölése is könnyen adódik. Amint látjuk, az A -val jelölt hegy-csúcs a HH -val jelölt környező síkságból emelkedik ki. Ezek után leszögezhetjük, hogy a B pont nem más, mint az A csúcsból húzott AB egyenesnek a HH síkkal való metszéspontja. Az AB egyenest egyébként H -val jelöltük. A H értéke tehát az A csúcs szintjének a HH síkság szintjétől függőleges irányban mért távolságát jelöli. Amint az ábra el-



30. ábra. A holdhegyi hegyek magasságának meghatározása a vetett árnyék hossza alapján.

árulja, a három említett pont (A , B és T) az ABT derékszögű háromszög csúcsai. A háromszög l -lel jelölt átfogója nem más, mint a hegy-csúcs és az árnyékhatár egymástól való távolsága, az L -lel jelölt befogó a B pontnak az árnyékhatártól való távolsága, H pedig a hegy-ség relatív magassága. A T pontnál levő szöget α -val, az A pontnál levőt β -val, a B pontnál levőt pedig γ -val jelöltük. Az ábrán is kitűnik, hogy

$$\gamma = R = 90^\circ$$

Az α és a β szög értelmét is könnyen megfejthetjük. Az α szög ugyanis a Nap horizonfeletti magassága. A β szög pedig nem más, mint a Nap zenittávolsága. Erről azonnal meggyőződhetünk, ha egy pillantást vetünk az ábrára. Láthatjuk ugyanis, hogy

$\beta_1 = \beta$ (tekintettel arra, hogy csúcshöszögek).

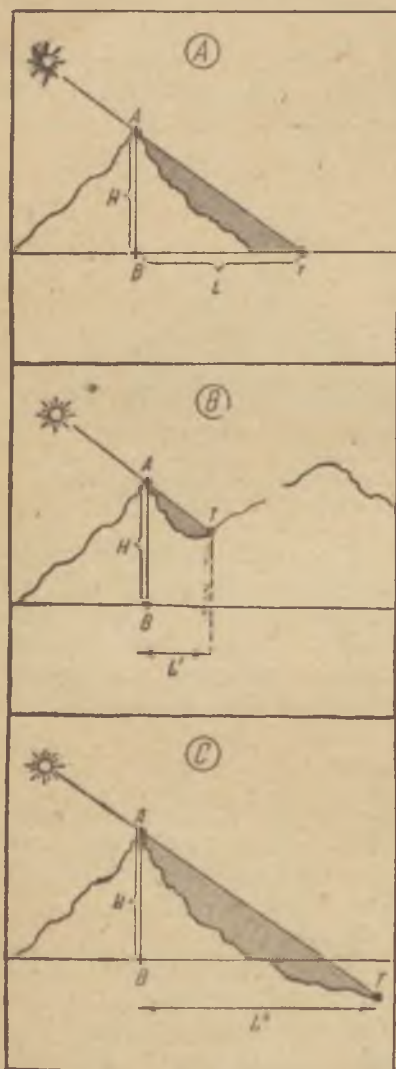
Mivel pedig β_1 a zenittávolságot jelöli, a β szög is ugyanezt jelöli.

Miután az ABT derékszögű háromszöggel közelebbről megismertünk, rátérhetünk a H értékének a meghatározására. Ez igazán könnyű feladat, hiszen a trigonometriából tudjuk, hogy:

$$H = L \operatorname{ctg} \beta = L \operatorname{tg} \alpha \quad (1)$$

Ezzel az aránylag könnyű eljárással már számos hegycsúcs magasságát határozták meg. Sajnos, ez az eljárás nem minden esetben alkal-

mazható. Olyankor ugyanis, amikor az A csúcs által vetett árnyék egy szomszédos hegy lejtőjére vetődik, megrövidül, olyankor pedig,



31. ábra

amikor a hegycsúcsnak a Naptól elfordult lejtője mélyebbre ereszkedik, mint a Nap felé fordult lejtő környéke, az árnyék megnyúlik. Mindezt a 31. ábrán szemléltetjük. A könnyebb megértés elősegítése céljából az A-val, a B-vel és a C-vel jelölt ábrán egyaránt egyformának vettük a H magasságot és a Nap horizon feletti magasságát. Az A-val jelölt hegycsúcs Nap felé fordult lejtője mindhárom ábrán ugyanaz, a Naptól elfordult lejtő azonban nem. A 31/B. ábrán az árnyék már egy közeli másik hegycsúcs lejtőjére vetődik és ennek megfelelően megrövidül. A 31/C. ábrán viszont a Naptól elfordult lejtő alacsonyabbra ereszkedik, mint a Nap felé fordult lejtő. Ezzel magyarázható az, hogy ebben az esetben az árnyék hosszabbá válik. Az ábráról leolvasható, hogy :

$$L' < L < L''$$

A harmadik eljárás a legeredetibb valamennyi közül. Ez az eljárás ugyanis lehetővé teszi, hogy a Hold éjjeli félgömbjén levő hegycsúcs magasságát is meghatározhassuk.

A 32. ábrán TT' -vel jelöltük a terminátor vonalát, O -val pedig a Hold középpontját. Az ábra tanúsága szerint a napsugarak éppen a H -val jelölt hegycsúcsot világítják meg. Felada-

tunk az, hogy az A csúcs H -val jelölt magasságát meghatározzuk. Ezt a feladatot a következőképpen oldhatjuk meg.

Az ábra alapján nyilvánvaló, hogy az ATO háromszög derékszögű háromszög. Azt viszont tudjuk, hogy a derékszögű háromszög átfogójának négyzete egyenlő a befogók négyzeteinek összegével. A mi esetünkben tehát :

$$(AO)^2 = (AT)^2 + (TO)^2 \quad (2)$$

Tekintettel azonban arra, hogy

$$TO = R \quad (= \text{a Hold rádiusza})$$

$$AO = R + H \quad \text{és}$$

$$AT = l \quad (= \text{a } H\text{-val je-}$$

lölt csúcs lineá-

ris távolsága a terminátor vonaltól), ezért az előbbi egyenlőséget az alábbi formában is felírhatjuk :

$$l^2 + R^2 = (R + H)^2 = R^2 + 2HR + H^2 \quad (3)$$

Ha az egyenlőség mindkét oldalát R^2 -tel egyszerűsítjük, akkor :

$$l^2 = 2HR + H^2 \quad (4)$$

Nem szorul külön bizonyításra, hogy a H^2 értéke az R lineáris hosszának numerikus értékéhez viszonyítva elhanyagolhatóan kicsi. Emiatt az egyenlőséget most már így írjuk fel :

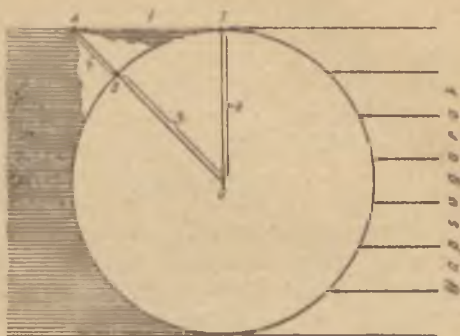
$$l^2 = 2HR \quad \text{és ebből} \quad (5)$$

$$l = \sqrt{2HR} \quad (6)$$

Mi azonban nem az l , hanem a H értékére vagyunk kíváncsiak. Ezt az (5)-ös egyenlőségéből fejezhetjük ki. Az (5)-ös egyenlőség szerint ugyanis :

$$l^2 = 2HR, \quad \text{amelyből}$$

$$\frac{l^2}{H} = 2R \quad \text{és} \quad H = \frac{l^2}{2R} \quad (7)$$



32. ábra

SZIMÁN OSZKÁR:

A CSILLAGOK BELSŐ FELÉPÍTÉSE

Jelen összefoglalónkban az asztrofizika egyik fejezetével foglalkozunk, amely a csillagok belső felépítésére vonatkozó kutatásokra vonatkozik. Nem leszünk tekintettel arra, hogy a csillagok belsejében termelődő energia milyen eredetű és milyen folyamatoknak köszönheti keletkezését. Az ilyen fenomenológiai tárgyalás módma sem elavult, mert ez képezi a csillagok belső szerkezetére vonatkozó ismereteink klasszikus anyagát, és ugyanakkor számos probléma tárgyalásánál (állapotjelzők változása a csillagsugarak mentén, a csillag anyagának belső eloszlásai stb.) ma is nélkülözhetetlen.

Mit értünk a csillagok belső szerkezete alatt? A csillagok a földtől erősen eltérő állapotban levő anyagrendszerek. Úgy tekinthetők, hogy belsejük térfogat elemeinek anyaga sugárzó állapotban van, és ez a sugárzó anyag óriási energiamennyiséget bocsát ki minden irányban. Ma már meglehetősen fogalmaink vannak arról, hogy az energiatermelő magfolyamatok a csillag melyik részén játszódnak le, és tudjuk, hogy milyen hőmérséklet szükséges fenntartásukra. A csillagok belső szerkezete azonban leírható ezen magreakciók részletesebb ismerete nélkül is.

A csillagok belső szerkezetének felderítése a következő kérdések megválaszolásával foglalkozik. Milyen egyenletek írják le a csillagot alkotó anyag viselkedését a középponttól a csillag felszínéig? Mekkora az állapotjelzők értékei a csillag középpontjában, s hogy változik ez a sugár mentén a felületig? Milyen módon történik az energia átvitele az energiatermelő zónákból a csillag felületéig, és végül milyen egyensúlyok tartják fenn egy csillag stacionárius létezését? Ezen kérdésekre kívánunk feleletet adni ebben az összefoglalóban.

Meg kell azonban mondanunk, hogy meggondolásaink elsősorban az átlagos, fősorozatbeli csillagokra érvényesek. Nem terjeszkedünk ki a különleges csillagok problémáira, mint amilyenek az erősen rotáló vagy egyéb külső erők hatása alatt álló csillagok (szoros kettősök), fehér törpék, változócsillagok, emissziós színképvonalakat is felmutató csillagok stb. Éppen ezért feltételezzük a tökéletes gömbszimmetriát és a külső erők hiányát.

I. A csillagok belső szerkezetének leírására használatos mennyiségek

Tekintsük át röviden azokat a fizikai mennyiségeket, melyek a csillagok belső szerkezetének leírásánál szerepet játszanak. Ezeket a következőleg definiáljuk, illetve jelöljük: M , a csillag anyagának az r sugáron belüli térfogatra eső része. Ez a mennyiség a csillag anyagi tömegének mértéke, és nyilvánvaló, hogy az $r = R$ esetben, vagyis a csillag középpontjától az R sugárnyi távolságban, azaz a csillag felületén, a csillag össztömegét, M -et méri.

T a csillag belsejének hőmérséklete. Ez az érték a csillag felületén a kísérletileg meghatározható T_{eff} effektív hőmérsékletbe megy át, míg a T_c a csillag középpontjában a centrális hőmérsékletet jelenti.

P a csillag belsejében uralkodó össznyomás. Ez a csillag felületén zérus, a centrumban pedig P_c értéket vesz fel.

p és q = a gáz, ill. sugárnyomás, az össznyomás összetevőivel.

ρ = a csillag sűrűsége, ez a felszínen szintén zérussá lesz. A középpontban ρ_c .

ϵ = a csillag tömegegységének energiatermelése.

κ = az opacitás, a csillag anyagának sugárzást elnyelő képessége,

μ = az átlagos molekulatömeg, mely a csillag kémiai összetételére jellemző,

n = politróp index, a csillag anyagának termodinamikai állapotára jellemző, dimenzió nélküli állandó.

Már az eddigiekből is látható, hogy a csillag belső szerkezetének állapotjelzői általában nem állandó számok, hanem értékük a csillagok belsejében helyről helyre folyton változik. Ezért tulajdonképpen nem elegendő az állapotjelző egyetlen számértékkel való megadása, hanem pontos leírására függvény szükséges, mely leírja az állapotjelző változását a csillag középpontjától a felszínéig. Ezért nem szerepel az állapotjelzők között R , a csillag sugara, mert ez itt nem önálló állapotjelző, hanem az a független változó, melytől a többi állapotjelző értéke függ. Éppen az állapotjelzőknek a csillag sugarának függvényében való leírása a csillagok belső szerkezetére vonatkozó kutatások egyik fő feladata. (Amennyiben a csillag nem mutatna gömbszimmetriát, sugara helyett a forgási ellipszoid nagytengelyeit kell venni.)

A fenomenologikus tárgyalásnak megfelelőleg nem szerepel az állapotjelzők között semmiféle adat, mely az energiatermelés mechanizmusára adna felvilágosítást.

II. Az állapotegyenletek

A felsorolt állapotjelzők nem függetlenek egymástól. Nem vehetnek fel valamennyien tetszés szerinti értékeket. Közöttük többen szoros összefüggésben állanak egymással, úgyhogy néhánynak megkötése már magával vonja más állapotjelzők értékének megszabását is. Azokat a fontos relációkat, melyek összefüggéseket állítanak fel egyes állapotjelzők között: *állapotegyenleteknek* nevezzük.

A mechanikai egyensúly egyenlete. A csillag gömbszimmetrikus anyaghalmaz. Nyilvánvaló, hogy az egymásra rétegződő héjak valamennyien kölcsönös gravitációs vonzás alatt állanak. Ez a gravitációs vonzás a csillag anyagát minél kisebb térfogatra igyekszik összehúfolni, és ha ellentétes erők nem működnek, a csillag összeomlana. Márpedig a meghatározható átlagos sűrűség értékéből ismeretes, hogy a csillagok távolról sem képeznek kondenzált rendszereket, sőt ellenkezőleg, számosak közülük igen ritka gázokból felépítettnek tekintendők. Egyensúlyi állapotban a csillag bármely belső pontja nyugalomban van, vagyis anyagának ellenállása, ún. *belső nyomása* ellensúlyozza a gravitációs vonzást. Ha ez az egyensúly nem áll fenn, a csillag összehúzódik vagy kitágul. A mechanikai egyensúly egyenlete azt fejezi ki, hogy stabil csillagok belsejében, bármely ponton, a nehézségi erő és a belső össznyomás egyenlő. Matematikailag ezt úgy fejezzük ki, hogy az össznyomás csökkenése a csillag középpontjától r távolságra eső helyen (dP/dr) arányos a csillagnak az r sugáron belüli tömegével, az r távolságban uralkodó sűrűséggel (ρ) és fordítva arányos az r távolság négyzetével.

$$\frac{dP}{dr} = - \frac{G M_r}{r^2} \rho \quad (1)$$

ahol az arányossági tényező G a tömegvonzás állandója. Mivel a gravitációs térben levő folyadékok egyensúlyát is hasonló egyenlet fejezi ki, szokás ezt az összefüggést *hidrodinamikai egyenletnek* is nevezni. Az egyenletben a negatív előjel azt fejezi ki, hogy a sugár csökkenésével a nyomás növekedik.

Ezzel az állapotegyenlettel még nem sokra jutunk, mert benne két ismeretlen függvény szerepel. Nem ismerjük ugyanis sem a P össznyomásnak, sem a ρ sűrűségnek a sugár szerinti változását. Amennyiben a sűrűség változásának függvénye ismeretes, az r sugáron belüli tömeg kiszámítható.

Állapotegyenlet. További ismereteket szerezhethünk, ha a csillag belsejére alkalmazzuk az anyag viselkedésére vonatkozó valamelyik egyenletet. Ezek közül legegyszerűbb és legkönnyebben alkalmazható az az összefüggés, mely az *ideális gázok* nyomása, sűrűsége és

hőmérséklete közt állapít meg összefüggést. Ez az ún. *gázegyenlet* az ideális gázokra vonatkozik, és a reális gázok csak akkor tesznek eleget a törvénynek, ha nincsenek túlságosan nagy nyomáson. Kérdés most az, hogy a csillag anyagára mennyiben alkalmazható az ideális gázok alapegyenlete. Nyilvánvaló, hogy a csillagokba tömörült anyag óriási mennyisége folytán a csillag belsejében igen magas nyomásnak kell uralkodnia. Ennek ellenére az ideális gáz egyenlete mégis jól használható, mert ugyanakkor a csillag belső hőmérséklete is igen magas értéket vesz fel. Ennek következtében a csillag anyagában nemcsak molekulák, de nagyrészt semleges atomok sem létezhetnek, hanem a nagy energiájú hőmozgás okozta ütközések nyomán a csillag belsejében az atomok részben elvesztik elektronjaikat, *ionizálódnak*. Ezért a csillag anyaga elektronokból, atommagokból és ionokból álló *plazmának* tekinthető. Sőt, a fehér törpékben még az atommagok neutronokra és protonokra való felhasadása is feltételezhető. Mivel az elektronhéjaiktól megfosztott atomok kb. tízezerszeresen kisebb helyet foglalnak el, mint a semleges atomok, érthető, hogy a csillag anyaga sokkal inkább összenyomható, mint a földi gázok, és így az ideális gáz törvényeinek sokkal tágabb nyomáshatárok közt engedelmeskedik. Így a csillagok belsejében nincs lehetőség a szilárd állapot kialakulására, és a csillag anyaga, még a csillag belsejében is, összenyomhatónak tekinthető. Becslések szerint, még ha a csillag anyagának sűrűsége elérné a víz sűrűségének százszorosát, akkor is alkalmazható rá a gáztörvény, és csupán a fehér törpék esetében kell eltéréssel, elfajulással számolnunk. Az elfajulás feltétele, hogy a sűrűség bizonyos határértéket felülmúljon ($\rho > 2,4 \cdot 10^{-8} \mu T^{3/2}$). Ez a csillagok közepe táján néhány ezerszeres vízsűrűségnél kezdődik. Az elfajult elektrongáz nyomása már nem függ a hőmérséklettől

$$[p = 9,91 \cdot 10^{12} (\rho/\mu)^{2/3}]$$

Maga a gáztörvény ilyen alakú:

$$p = \frac{R \rho T}{\mu} \quad (2)$$

ahol R az egyetemes gázállandó ($8,31 \cdot 10^7$ erg·grad⁻¹). Ezt gótikus R -rel jelöljük, megkülönböztetésül a csillag sugarát jelölő latin R -től. Szavakban kifejezve a gázegyenlet azt mondja, hogy a csillag belsejében valamely helyen a csillagot alkotó részecskék hőmozgásának impulzusából kialakuló gáznyomás (p) arányos az azon a helyen uralkodó hőmérséklettel (T) és az ott fennálló sűrűséggel (ρ), és fordítottan arányos az átlagos molekulatömeggel (μ). Ezzel az egyenlettel, amennyiben az össznyomást a gáznyomással azonosítjuk, összefüggés

birtokába jutottunk a nyomás és a sűrűség között, de ugyanakkor egy új ismeretlen függvény is fellépett, a hőmérséklet.

Sugárnyomás. A csillag belsejében azonban az össznyomás nemcsak a gáznyomásból áll, hanem ehhez járul még a sugárnyomás is. A sugárnyomás kicsinysége miatt földi viszonyaink között egyike a legnehezebben kimutatható jelenségeknek (*Lebegyer*-kísérlet). A csillag belsejét azonban mindenütt magas energiájú sugárzás tölti be. Ez a sugárzás jelentős sugárnyomást fejthet ki. Ez a hatás a gravitációval ellentétes, vagyis a csillag kitágítására törekszik.

A sugárnyomás (q) a Stefan—Boltzmann-törvény szerint a következőképpen fejezhető ki:

$$q = \frac{a}{3} T^4 \quad (3)$$

ahol a a sugárzási állandó ($7.55 \cdot 10^{-15}$ erg \cdot cm $^{-3}$ grad $^{-4}$).

Az össznyomás tehát a következő alakot veszi fel:

$$P = p + q = \frac{R \rho T}{\mu} + \frac{a}{3} T^4 \quad (4)$$

A sugárnyomás hányada, mint majd ki fogjuk mutatni, elég alacsony, de a hőmérséklet növekedésével rohamosan növekszik, mert a hőmérséklet negyedik hatványával arányos. A magas hőmérséklet miatt igen nagy a sugárzási veszteség.

A politróp index. Előnyös lenne még egy közvetlen összefüggést találni a csillag egy térfogatelemének sűrűsége és nyomása között. Ehhez azonban ismerni kell, hogy milyen állapotváltozásokon megy keresztül egy térfogatelem anyaga, miközben sugárirányban elmozdul a csillag felszíne felé. Amint magasabb rétegekbe kerül, egyre kisebb nyomás hat rá, és eközben kitágul. Ha kitágulása közben környezetének hőt nem ad le és nem is vesz fel hőt, vagyis belső energiája a tágulás folyamán változatlan marad, hőmérséklete olyan mértékben csökken, amint azt a tágulás folytán elvégzett munka kívánja. A csillag térfogatelemének ilyen állapotváltozását nevezzük *adiabatikus állapotváltozásnak*. De egyáltalában nem szükséges, hogy a csillagok valóban ilyen adiabatikus felépítésűek legyenek. Egy térfogatelem felfelé való mozgása közben elképzelhető, hogy a tágulás okozta lehűlést a környező rétegek hőtartalmából kipótolja, és ezért a tágulás ellenére sem csökken a hőmérséklete. Az ilyen állapotváltozást *izotermikusnak* nevezzük. De lehetnek olyan állapotváltozások is, melyek alatt a térfogatelem nyomása vagy sűrűsége marad változatlan. Ezek az *izobár* vagy *izochor* folyamatok. Nem vagyunk abban a helyzetben,

hogy megfigyelésekkel ellenőrizhessük, hogy a csillag felépítése a valószínűségben melyik állapotváltozást engedi meg. Ezért általánosságban olyan összefüggést használunk, mely minden *lehetséges állapotváltozást megenged*. Ez a *politróp* állapotváltozás esete. Ebben az esetben a gáznyomás és a sűrűség a következő összefüggésben vannak:

$$p = K \varrho^{\frac{n+1}{n}} \quad (5)$$

Ebben az összefüggésben egy határozatlan mennyiség szerepel, az n politróp index. Ennek értékét különbözőnek vehetjük, és különböző értékei mellett különböző termodinamikai felépítésű csillagokat írhatunk le.

Különböző n -ek mellett tehát különböző csillagmodelleket képezhetünk, és részletes elemzés útján kell kideríteni, mely modellek bírnak fizikai realitással. Új összefüggésünk tehát csak akkor értékesíthető, ha a csillagmodell politróp indexére valamely értéket eleve elfogadjunk.

Az eddig ismertetett állapotösszefüggések: a hidrodinamikai egyenlet és az állapotegyenlet a politróp változások egyenletével sem elegendő arra, hogy lehetővé tegye a nyomás-, hőmérséklet- és sűrűségértékek leírását a csillag középpontja és felszíne között. A három egyenletben ugyanis nemcsak a nyomás, hőmérséklet és a sűrűség ismeretlen, hanem fellépett még az egyelőre szintén ismeretlen átlagos molekulatömeg és a politróp index is.

Az energiatermelés tétele. További összefüggéshez jutunk, ha figyelembe vesszük egy, a csillag centrumától r távolságra levő réteg felületén áthaladó energia nagyságát. Mivel energia nem vesztethető el, nyilvánvaló, hogy az illető felületen áthaladó energiaáram azonos a csillag anyagának a felület alatti része által termelt energiával. Első közelítésben feltesszük, hogy a csillag tömegegysége alatt termelt energia arányos a sűrűséggel. Ha ezt az energiatermelést ε -nal jelöljük, a csillag centrumától r távolságra levő rétegen áthaladó energia változása (dL_r) a sugár függvényében arányos lesz a réteg felületével. Matematikailag kifejezve

$$dL_r = 4\pi r^2 \varrho \varepsilon dr \quad (6)$$

ahol L_r a nettó energiaáram. Az összenergiaáramot a sugár függvényében úgy állítjuk elő, hogy a különböző r távolságokra eső energiaáramok összegét képezzük. Ez matematikailag egy integrált jelent:

$$L_r = 4\pi \int \varrho \varepsilon r^2 dr \quad (6a)$$

Természetesen az integrál kiszámításához ismernünk kell az energia-termelés (ε) és a sűrűség (ϱ) értékeit a sugár függvényében.

Az energiatermelés egyenletében bevonhatjuk a hőmérsékletet, és így újabb relációt találhatunk, melyben a hőmérséklet is szerepel. Formálisan úgy foghatjuk fel a dolgot, hogy az energiatovábbítás (energia-áram L_r) elsősorban a csillag különböző rétegeiben fennálló hőmérsékletkülönbségektől függ. A nettó energiaáram tehát a csillag valamely r sugarú rétegében arányos ezen réteg felületével és az ott uralkodó hőmérsékletcsökkenéssel ($\frac{dT}{dr}$).

$$L_r = -4\pi r^2 \sigma \frac{dT}{dr} \quad (7)$$

ahol σ a csillag anyagának hővezetési együtthatója. A negatív előjel azt fejezi ki, hogy az energiatovábbítás irányában a hőmérséklet csökken.

Ha bevezetjük az r sugáron belüli, tömegegységre és az időegységre vonatkoztatott átlagos energiatermelést $\bar{\varepsilon}$

$$\bar{\varepsilon} = \frac{L_r}{M_r} \quad (8)$$

a hidrodinamikai egyenlet (1) figyelembevételével, rövid átalakítások után ki tudjuk fejezni az átlagos energiatermelés és az energia-vezetési koeficiens viszonyát, mint az állapotjelzők függvényét. Ez a kifejezés a következő:

$$\frac{\bar{\varepsilon}}{\sigma} = 4\pi G \varrho \frac{dT}{dP} \quad (9)$$

Ebben részünkre az a lényeges, hogy az energiatermelés mint a hőmérsékletnek az össznyomással való változása $\frac{dT}{dP}$ van kifejezve.

Ezzel az egyenlettel a hidrodinamikai (1) és az állapotegyenlet (2) olyan egyenlethármaszt képez, mely alkalmas a három ismeretlen függvénynek: a nyomásnak, a hőmérsékletnek és a sűrűségnek a kiszámítására. Sajnos, a legutóbbi egyenlet értékesítését nagyon megnehezíti, hogy az átlagos energiatermelésnek a sugárral való változásáról nehéz képet alkotni.

A sugárzási törvények figyelembevételével azonban átlag értékeket becsülhetünk meg. Annak a feltételezésével, hogy az energiatovábbítás

a csillag belsejében csupán sugárzás útján megy végbe, az energia vezetési együtthatóját a következőképpen fejezhetjük ki:

$$\sigma = \frac{4 a c T^3}{3 \kappa \rho} \quad c \text{ a fénysebesség} \quad (10)$$

és az átlagos energiatermelés:

$$\varepsilon = \frac{4 \pi G a c}{3 \kappa} \cdot \frac{dT^4}{dP} \quad (11)$$

Fellép még κ az *opacitás*, vagyis a csillaganyag tömegegységére vonatkozó *sugárelnyelő képesség*. Ennek meghatározása okozza a legtöbb gondot, mert alig van adatunk κ változására a csillag különböző hőmérsékletű rétegeiben. Első közelítésben azt tételezhetjük fel, hogy az opacitás a csillag belsejében a hőmérséklettől, illetve a sűrűségtől függ.

$$\kappa = \kappa(\rho, T) \quad (12)$$

Végül a csillag *kémiai összetételére* nézve is kell megfontolásokat tenni. A spektroszkópiai megfigyelések csak a fotoszféra feletti csillag légkör összetételét adják meg. Azonban a csillag pontos kémiai összetételének ismerete inkább a szubatomáris energiatermelés lehetőségeinek vizsgálatánál fontos. A termodinamikai megfontolásoknál csak az a lényeges, hogy a csillag belsejében levő elemi részecskék számát ismerhessük. Ennek kiszámítása azonban nem követeli meg a csillag anyagának pontos kémiai analízisét. A magas hőmérséklet miatt ugyanis a csillagot alkotó atomok nagyrészt ionizálva vannak, és így a *csillag belsejében legnagyobb számban az elektronok fordulnak elő*. A csillagok anyagának erős ionizáltsága nagyon megkönnyíti az átlagos molekulásúly meghatározását. Az ionizáció után ugyanis az atomsúly az atommagra és az elektronokra oszlik el. Egy Z rendszámú atom Z elektront és egy atommagot, tehát összesen $Z + 1$ részecskét szolgáltat. Ezért ha az atomsúly A , az illető elem átlagos molekulásúlya:

$$\mu = \frac{A}{Z + 1} \quad (13)$$

A hidrogén esetében ez az átlagos molekulásúly 0,50, a héliumnál 1,33, és a litiumtól az uránig 1,75-ről 2,56-ra emelkedik, habár az atomsúly Li és U között 7-től 238-ig változik. Látható tehát, hogy a periódusos rendszer atomjainak nagy többségére nézve az átlagos molekulásúly nem nagyon tér el a kettőtől. Csak a hélium és hidrogén esetében van nagyobb eltérés, és ezért csupán ennek a két elemnek a mennyiségét kell figyelembe venni a csillag átlagos molekulásúlyának becslésekor. Ha a csillag egy gramm anyagában X gramm hidrogén és Y

gramm hélium van, akkor a többi elem mennyisége $(1 - X - Y)$ és az átlagos molekulasúly :

$$\mu = \frac{2}{1 + 3X + 0,5Y} \quad (14)$$

Ha a csillagok belsejének kémiai összetételét azonosnak vesszük a csillaglégkörök és a ködök tapasztalatilag analizálható anyagával, az elemek viszonylagos arányának a következőt tekinthetjük :

Hidrogén : Hélium : a többi elem = 57 : 40 : 3. Ebben az esetben a csillag átlagos molekulasúlya : $\mu = 0,74$. Mivel az ionizáció nyomán sokkal több elektron keletkezik, mint ion, a csillag belsejében a kinetikailag független részecskék nagyobb része elektron. A csillagokban tehát a gáznomás túlnyomórészt elektronoktól ered.

Ezzel összeállítottuk azokat az összefüggéseket, melyek alapján a csillagok belső felépítését leírhatjuk. Az egyenletek megoldásainak csak akkor tulajdoníthatunk reális fizikai tartalmat, ha kielégítenek bizonyos *határfeltételeket*, melyeknek fennállása a probléma természetéből következő trivialitás. Ezen határfeltételek szerint az állapotjelzőknek a csillag középpontjában és felületén szélső értékeket kell felvenniök. A középpontban a sugár a tömeg, az energiaáram zérus, a hőmérséklet, sűrűség és nyomás pedig maximális értékkel rendelkezik. A csillag felületén viszont a sűrűség és a nyomás zérus, míg a tömeg, energiaáram és hőmérséklet a megfigyelhető állapotjelző értékekbe, a csillag tömegébe, abszolút bolometriai fényességébe ($L = 4\pi R^2 a T_e^4$) és effektív hőmérsékletébe megy át.

A *Vogt—Russel-tétel*. A csillagok belső szerkezetét leíró egyenletek, mint láttuk, pontos összefüggéseket állítanak fel a hőmérséklet, nyomás és sűrűség értékei között. Független paraméterekként csak a kémiai összetétel és a csillag tömege marad. Ezek nem számíthatók ki az alapegyenletekből. Ha azonban ezekre valami módon hiteltérdemlő adatokat tudunk megadni, a csillagok belső szerkezetének problémája elvben megoldódik. Ezt mondja ki a *Vogt—Russel-féle tétel*. Szerencsére a csillag tömegének és kémiai összetételének meghatározása tapasztalati úton lehetséges. Az átlagos molekulasúly, mint az előző becslésnél láttuk, 0,7 körül van ; a csillagok tömegére pedig számos észlelés nyújt felvilágosítást (lásd : Csillagászati Évkönyv. 1958. 128. o.). Mivel a csillag tömege és kémiai összetétele egyértelműen meghatározza a csillag belső felépítését, a *Vogt—Russel-tételt* a csillagfelépítés *egyetlenműlegi tételének* is nevezik.

A *csillag állapotjelzőinek lehetséges határértékei*. Az eddig levezetett összefüggések lehetővé teszik, hogy bonyolultabb számítások nélkül megbecsüljünk néhány határértéket, melynél alacsonyabb vagy magasabb értéket az állapotjelzők a csillag belsejében nem vehetnek fel.

A J a c o b i-féle viriál tétel szerint egy gázgömböt alkotó részecskék kinetikus energiáinak összege a gázgömböt összetartó gravitációs energia felével egyenlő.

Az Ω potenciális energia kifejezése:

$$\Omega = -C \frac{G M^2}{R} \quad (15)$$

ahol C a gázgömb sűrűségeloszlásától függő állandó. A valósághoz legközelebb álló, $n = 3$, politróp index esetén C értéke $3/2$. A gázgömböt alkotó részecskék kinetikus energiájának összege:

$$U = \frac{1}{2} N m_p \mu \overline{v^2} \quad (16)$$

ahol N a gázgömböt alkotó részecskék száma, m_p a proton tömege, és $\overline{v^2}$ a részecskék sebességnégyzetének átlaga. A kinetikus energia a Boltzmann-tétel értelmében kifejezhető az átlagos hőmérséklettel

$$\frac{1}{2} m_p \mu \overline{v^2} = \frac{3}{2} k T \quad (17)$$

ahol k a Boltzmann állandó. Mivel a viriál tétel szerint $U = 1/2 \Omega$ -val, átalakításuk után és figyelembe véve, hogy $M = N \cdot m_p \mu$, azt kapjuk, hogy a csillag átlagos hőmérséklete:

$$\overline{T} = \frac{c}{3} \frac{m_p G}{k} \mu \frac{M}{R} \quad (18)$$

Ha a Nap értékeit behelyettesítjük és az arányossági tényezőt $3/2$ -nek vesszük, az átlagos hőmérséklet:

$$\overline{T}_{\odot} = 1,2 \cdot 10^7 \mu \text{ fok.} \quad (19)$$

Ha az átlagos molekulásúlyt $0,7$ -nek vesszük, a Nap átlagos hőmérséklete 17 millió fok. Általában, ha a csillagok tömegét és sugarait Nap-egységekben fejezzük ki, átlagos hőmérsékletük:

$$\overline{T} = 1,2 \cdot 10^7 \mu \frac{M/M_{\odot}}{R/R_{\odot}} \quad (20)$$

A gáztörvények alapján is megbecsülhetjük a csillagok átlagos belső hőmérsékletét. Ekkor azt kapjuk, hogy az átlagos belső hőmérséklet nem lehet kisebb, mint a következő kifejezés:

$$\overline{T} \geq \frac{1}{6 \beta} (\mu \beta)_{\min} \frac{GM}{R} \quad (21)$$

ahol \mathfrak{R} a gáz állandó és β a gáznyomás és össznyomás viszonya $\beta = p/P$. $(\mu \cdot \beta)_{min}$ kifejezés alatt az átlagos molekulásúly és a nyomásviszony szorzatának minimális értékét kell érteni. Kimutatható, hogy a normális csillagok belsejében a sugárnyomás elenyésző szerepet játszik, s ezért az össznyomás a gáznyomással egyenlőnek vehető, tehát a β értéke 1. Az átlagos molekulásúly minimális értéke, mint láttuk, $1/2$, ezért az átlagos hőmérséklet minimális értéke:

$$\bar{T} > 1,9 \cdot 10^6 \frac{M/M_{\odot}}{R/R_{\odot}} \quad (22)$$

A Nap esetén tehát közel 2 millió foknál nem lehet kisebb a csillag átlagos hőmérséklete.

De megbecsülhető a *centrum hőmérsékletének* egy határa is. A középponti nyomás maximális értékének ismerete (27) lehetővé teszi, hogy a középponti hőmérséklet egy minimális értékére tehessünk becslést. Nevezetesen, mivel stabil állapotban a csillagot a sugárnyomás nem nyomja szét, világos, hogy a sugárnyomás csak kisebb lehet a középpontban uralkodható maximális nyomásnál. Mivel a sugárnyomás,

$$\text{mint láttuk, } q = \frac{a T_c^4}{3}$$

$$\frac{a T_c^4}{3} < \frac{1}{2} \left(\frac{4}{3} \pi \right)^{1/2} G M^{1/2} \varrho_c^{1/2} \quad \text{vagy a számértéket beírva}$$

$$T_c < 2,4 \cdot 10^7 (M/M_{\odot})^{1/2} \varrho_c^{1/2} \quad (23)$$

Ez a Nap esetén tehát számszerűen a centrális hőmérséklet 100 millió ($10 \cdot 10^7$) fok alatt van. A pontosabb számítások szerinti érték $1,9 \cdot 10^7$, vagyis 19 millió fok.

A megfelelő értékek behelyettesítésével azt kapjuk, hogy a csillagok centrumában a hőmérséklet száz millió fokot nem haladhat meg.

A nyomásértékekre vonatkozó becslések a következők:
Az *átlagos nyomás* nem lehet kisebb, mint

$$\bar{P} > \frac{3 G M^2}{20 \pi R^4} \quad (24)$$

a Nap esetén ez az érték 500 millió atmoszféra körül mozog. A *középponti nyomás* viszont a hidrodinamikai egyenlet integrációja alapján mindenesetre nagyobb, mint

$$\bar{P}_c > \frac{3 G M^2}{8 \pi R^4} \quad (25)$$

A Napra vonatkozó értékek behelyettesítésével kapjuk

$$\bar{P}_e > 13,5 \cdot 10^8 \frac{(M/M_\odot)^2}{(R/R_\odot)^4} \text{ atm.} \quad (26)$$

Ezek szerint a Nap centrumában legalább 1350 millió atmoszféra nyomás uralkodik. Ez kb. 2,5-szer magasabb, mint az átlagos nyomásra levezetett becslés. (A pontosabb számítás szerinti valóságos nyomás eléri a százezer millió atmoszférát is.) A fehér törpéknél azonban, melyeknek tömege a Naptömeg 97%-a és sugara csupán a Nap sugarának 2%-a, a centrális nyomás megközelíti a tízezer billió atmoszférát. ($7,8 \cdot 10^{15}$ atm. Sirius B.)

A középponti nyomás maximális értékére is tehetünk becslést:

$$P_e \leq \frac{1}{2} \left(\frac{4}{3} \pi \right)^{1/2} G M^{1/2} \rho_e^{1/2} \\ P_e \leq 8,7 \cdot 10^8 (M/M_\odot)^{1/2} \rho_e^{1/2} \text{ atm.} \quad (27)$$

Ha a Nap középponti sűrűségére 76 g/cm^3 -t tételezünk fel, a Nap középponti nyomása kevesebb kell hogy legyen, mint 280 ezer millió atmoszféra. ($2,8 \cdot 10^{11}$ atm.)

A belső nyomásra és hőmérsékletre a fentebb levezetett értékek lehetőséget nyújtanak arra, hogy megbecsüljük, hogy a csillagok belsőjében az össznyomás hányad része ered a gáz- és a sugárnyomástól. Ha a gáznyomás és az össznyomás viszonyát β -val jelöljük

$p = \beta P$ és $q = (1 - \beta) P$; a (3) és (2) egyenletek:

$$(1 - \beta) P = \frac{a}{3} T^4 \quad \beta P = \frac{3 \varrho T}{\mu},$$

vagyis

$$\frac{a}{3(1 - \beta)} T^4 = \frac{3 \varrho T}{\beta \mu}$$

ebből a hőmérséklet

$$T = \left\{ \frac{(1 - \beta) 3 \Re}{\beta \mu a} \right\}^{1/3} \varrho^{1/3}$$

ezt behelyettesítve a gázegyenletbe

$$P = \frac{3 \varrho T}{\mu \beta} = \left\{ \frac{(1 - \beta) 3 \Re^4}{\beta^4 \mu^4 a} \right\}^{1/3} \varrho^{1/3} \cdot \left\{ \frac{3 (\Re)^4}{a (\mu)} \right\}^{1/3} \left(\frac{1 - \beta}{\beta^4} \right)^{1/3} \varrho^{1/3}$$

Ezt összehasonlítva az össznyomás maximumára fentebb talált értékkel (27), nyilvánvaló, hogy

$$\frac{1-\beta}{\beta^4} \leq \frac{1}{18} \frac{\pi a G^3}{\kappa^4} M^2 \mu^4$$

vagy a Napra vonatkozó számértékek után

$$\frac{1-\beta}{\beta^4} \leq 0,0336 (M/M_\odot)^2 \mu^4 \quad (28)$$

amint azt Chandrasekhar 1936-ban alapvetően levezette. Amint látható, a sugárnyomás szerepe a csillag belsejében csupán a csillag tömegétől és az átlagos molekulásúlytól függ. A numerikus számolás kimutatta, hogy a Naphoz hasonló törpe csillagok esetében, az átlagos molekulásúlyt 1-nek véve, a sugárnyomás nagysága az össznyomásnak csupán 3%-a. Óriás csillagokban azonban a sugárnyomás szerepe egyre nagyobb lesz, és végül elérheti a gáznnyomás értékét is.

Mint a megfigyelési adatokból ismeretes, a 10^{33} g tömegnél kisebb és a 10^{55} g tömegnél nagyobb tömegű csillagok igen ritkák. Ez a tömegtartomány sugárzástanilag azzal jellemezhető, hogy benne a gáz- és sugárnyomás egyensúlyban lehet. Ennél kisebb tömegek esetén a sugárnyomás, magasabb tömegek esetén pedig a gáznnyomás enyészik el. Nem lehetetlen, hogy a csillagok közel azonos tömegeinek valamilyen sugárzásfizikai egyensúly a magyarázata.

A sugárnyomás hányadának ismeretében, a csillag belsejében levő hőmérsékletre nézve egy, az előbbinél pontosabb becslést tehetünk:

$$T_c < 2,4 \cdot 10^7 (M/M_\odot)^{1/4} \rho_c^{1/4} (1 - \beta_c^*)^{1/4} \quad (29)$$

ahol β_c^* a centrális sugárnyomás hányadának minimális értékét jelenti.

A levezetések nélkül között szélső értékegyenletekből kielégítő becslésekkel tájékozódhatunk a csillagok belső felépítéséről. Hangsúlyoznunk kell, hogy ezen becsléseknél az állapotjelzők kiszámítására semmiféle modellszerű elképzelést nem kellett tennünk. Csúpán a fenomenologikus úton is jó tájékoztató eredményekhez jutottunk. Ezen becslések számszerű értékei a század húszas és harmincas éveinek fordulója után már ismertekké váltak, amikor még a termónukleáris energiatermelés lehetősége és folyamatai teljesen ismeretlenek voltak. A termónukleáris folyamatok alapján számított belső állapotjelzők valamennyien abba a nagyságrendbe esnek, melyet a fenomenologikus számítás kijelölt. Mindezen eredmények levezeté-

séhez a Vogt—Russel-tétel szerint csupán a megfigyelésekből nyert csillagtömeg (és sugár) adatokra, valamint a csillagok anyagának átlagos molekulásúlyára volt szükségünk.

III. Energiatovábbítás a csillagok belsejében

Eddigi megfontolásaink alatt nem foglalkoztunk azzal a kérdéssel, hogy milyen természetű folyamatok révén keletkezik az energia a csillagok belsejében. Következtetéseink ennek pontosabb ismerete nélkül is megállják helyüket. Nem foglalkoztunk részletesebben azzal a kérdéssel sem, hogy a csillagok belsejének mely részén szabadul fel az energia. Nyilvánvaló, hogy szükségtelen korlátozást jelentene az a feltevés, hogy a csillagok belsejében mindenütt egyenletesen termelődik szubatómáris eredetű energia. De nem is valószínű, hogy a csillag térfogatának minden része egyenlő mértékű energiát termeljen. Ebben az esetben hőmérsékleti különbségek nem állanak fenn, és a csillag politróp indexe is végtelen értéket venne fel. A termonukleáris folyamatok analízise is azt mutatja, hogy a csillag belsejében aránylag nagyon szűk az a térfogat, melyen belül az energiatermelés létrejöhet. Mai elképzelésünk szerint csupán a csillag centruma közelében van egy szűk mag, melynek belsejében vagy felületén az energiatermelés végbemegy. Ennek szem előtt tartása felveti azt a kérdést, milyen módon történik a termelt energia továbbítása a csillag középső rétegein keresztül a felületére. Ezen folyamatok ismerete a csillagfelépítés elmélete szempontjából nagy fontossággal bír.

A fizikában a hőenergia továbbítására három módszert ismerünk. Ezek közül a molekuláris hővezetés, vagyis a részecskék kölcsönös ütközése alatt bekövetkező energiacsere a csillag óriási energiatermelésének továbbítására, mint azt már korán felismerték, alkalmatlan. Marad a két további lehetőség az energia továbbítására: a *sugárzás* és *vezetés* révén.

Az energia továbbítása sugárzás útján. Sugárzás esetében az energia hordozói a kvantumok. Ezek csúrlódnak ki atomról atomra, és ilyen egymást követő kvantumkibocsátás és -elnyelés után kerül ki a sugárzás a csillag felszínére. Amikor egy atom vagy elektron elnyel egy fénykvantumot, ún. gerjesztett állapotba kerül. Ha az így felvett energiátöbbletét ütközés vagy sugárzás révén kibocsátja, ismét eredeti állapotába kerül vissza, de közben energiáját tovább adta egy másik részecskének. Az így továbbított energia egy része a csillag belső rétegeinek hőmérséklet-fenntartására fordítódik, másik része további, még magasabban fekvő rétegekbe jut. Az alsó rétegek energiaelnyelése egyre csökkenti a kvantumok átlagos energiáját, s ezzel ennek megfelelően nő a kvantumok átlagos hullámhossza. A kvantumok energia-

szegényedésének következtében a magasabb rétegeket már egyre kevésbé képesek átmelegíteni, és így monoton hőmérsékleti gradiens (hőmérsékleti esés) alakul ki a csillag középpontjától a felszíne felé. A sugárzás útján való energiatovábbításnak jellegzetessége, hogy ennek folyamán a csillag anyagi tömegei, egymáson fekvő rétegei *nem* mozdulnak el, és az energia továbbításában az anyag kinetikusan nem vesz részt. Ezért stabilan egymásra rétegezett héjakból felépített csillagok esetében a sugárzás az energiatovábbítás egyetlen módja. Valószínű, hogy a stabil csillagok energiatovábbításában, mint arra először Eddington alapvetően rámutatott, a sugárzási energia továbbításának van döntő szerepe.

Opacitás. Elméletileg levezethető a csillag belsejében egy sugárzásokkal átjárt, tetszés szerinti térfogatelem alsó és felső felületén a sugárnyomások különbsége. Ezen nyomáskülönbség eredménye a csillag felülete felé irányuló sugárzási energiaáram, mely arányos a sugárnyomás csökkentésével $\frac{dq}{dr}$ és fordítottan arányos a sűrűséggel, és függ egy anyagi állandótól (κ), mely a csillag anyagának a sugárzásra gyakorolt elnyelését fejezi ki.

$$F_r = - \frac{c}{\kappa \varrho} \cdot \frac{dq}{dr} \quad (30)$$

A sugárnyomás kifejezésének behelyettesítésével az energiaáramot a hőmérsékletváltozás $\frac{dT}{dr}$ segítségével is kifejezhetjük:

$$F_r = - \frac{ac}{3\kappa\varrho} \cdot \frac{dT}{dr} \quad (31)$$

Részletesen kell foglalkoznunk a sugárzási energiaáram kifejezésében fellépett fontos új állapotjelzővel: a κ sugárzás-elnyelési együtthatóval, melyet *opacitás*nak szokás nevezni, s melyet Rosseland vezetett be az asztrofizikába 1924-ben. Vizsgáljuk meg először, milyen minőségű az a sugárzás, melynek elnyelésével foglalkoznunk kell. A Planck-egyenlethől levezethető, hogy a csillagok belsejében uralkodó néhány tízmillió fok (10^6 – $2 \cdot 10^7$ grad) hőmérséklet mellett a sugárzási energia maximuma a 30 és 1,5 Å hullámhosszúságú kvantumokra csik. Ez a hullámhossz a lágy és közép kemény röntgensugarak tartománya. Ilyen röntgensugarakon végzett laboratóriumi elnyelési kísérletek nyomán kiderült, hogy az elnyelési koefficiens erősen függ a sugárzás hullámhosszától és a hőmérséklettől. Független azonban az elnyelő közeg sűrűségétől. Ezek a kísérletek nem vihetők át minden

további nélkül a csillagok belsejében fennálló viszonyokra. Laboratóriumban ugyanis az energiasugárzás erőssége sokkalta kisebb, mint az asztrofizikai viszonyok között. Ezenkívül a laboratóriumban a sugárzás érintetlen atomokat talál, míg a csillagokban túlnyomólag atommagokból és elektronokból álló plazmával kerül szembe. A csillagokban az ionizált atomok sugárelnyelő képessége attól függ, hogy az ionizált atom az időegységben milyen gyakran találkozik elektronokkal, hogy energiáját leadva, ismét elnyelésre legyen kész. Ezért a csillagokban az opacitás a térfogategységben jelenlevő szabad elektronoktól függ, vagyis a ρ/μ hányadostól. Laboratóriumi körülmények között az elnyelő atomok környezetüktől függetlenül vesznek részt az elnyelésben, és az elnyelés csupán az atom azon képességétől függ, hogy az időegységben milyen gyakran képes újabb elnyelésre rekombinálódni. Mivel a rekombináció minden atomra nézve individuális tulajdonságú, és nem függ a szomszédos atomok számától, az opacitás laboratóriumi körülmények között nem függ a sűrűségtől.

Az opacitásra vonatkozó első számításokat Eddington és Milne végezték 1924-ben, *Kramernek* a röntgensugarak elnyeletésére vonatkozó vizsgálatai alapján. A későbbi számítások a kvantumelmélet szélesebb bevonásával hasonló eredményekhez vezettek, mint a klasszikus elnyelési elmélet.

Magára a sugárzáselnyelés mechanizmusára különböző folyamatok képzelhetők el.

1. A fotoelektromos hatás. Ennél a sugárzás kvantuma egy atommaghoz kötött elektront eltávolít az atomtörzstől. Ez az ún. kötött-szabad átmenet.

2. A kvantum szabad elektront felgyorsít egy töltött atomtörzs terében. Ez az ún. szabad-szabad átmenet.

3. Fénykvantumok szóródása szabad elektronokon. Ez az ún. Thomson — Compton-féle szórás.

A három lehetőség közül az első a legfontosabb, míg a harmadik a csillagok belsejében általában elhanyagolható. A szóródásból eredő opacitás mindössze $\kappa_s = 0,2(1 + X)$ nagyságú.

Elméletileg levezethető a kötött-szabad és a szabad-szabad átmenetekhez tartozó energiacelnyelés nagysága is. Meglehetősen bonyolult alakú függvények adódnak, melyek előállítják egy Z rendszámú elem n kvantumszámú elektronjának hatását a sugárzó energia elnyelésére. Az említett változókon és egyes természeti állandókból származó mennyiségeken kívül a kvantum állapottól, hőmérséklettől, a sugárzó energia frekvenciájától, a sűrűségtől és a kémiai összetételtől függő, eléggé ismeretlen lefutású függvények is szerepelnek. Fizikai szempont-

ból minden esetre az jellemző, hogy az opacitás a sugárzó energia frekvenciájának harmadik hatványával fordítottan arányos. Az ismeretlen függvények miatt az opacitás kiszámítása meglehetősen bizonytalan, és ez képezi a csillagok belső szerkezetére vonatkozó ismereteink leggyengébb pontját. Különösen a kémiai szerkezet figyelembevétele nehéz, mert itt nem elégedhetünk meg az átlagos molekulasúly eddig szokásos közelítő értékével. Strömberg (1938), Morse (1940) és Harrison (1948) számítása nyomán, valamennyi frekvenciára vonatkozólag elvégezve az integrációt, a következő formulát vezették le az opacitás mértékére:

$$\kappa = 3,9 \cdot 10^{25} \cdot \frac{\rho}{T^{3,5}} \cdot \frac{1}{\tau} (1 + X) (1 - X - Y) \quad (32)$$

ahol X a hidrogén és Y a hélium hányadát jelentik a csillaganyag tömegegységében. A kémiai összetétel az Eddington által *Guillotine faktornak* nevezett τ mennyiségben jut kifejezésre. A „Guillotine faktor” lassan változik a csillag sűrűségével, hőmérsékletével és kémiai összetételével. Hogy az opacitás-értékeket pontosabban ki lehessen számítani, bizonyos feltételezést kellett tenni a kémiai összetételre vonatkozólag. A számításokat olyan anyagkeverékre végezték el, melyben az O, Na + Mg, Si, K + Ca, Fe olyan súlyviszonyban állanak, mint ahogy a Nap légkörében figyelhető meg, vagyis mint 8 : 4 : 1 : 1 : 2. Ezt az anyageloszlást felfedezőjéről Russel-féle keveréknek nevezik.

Morse és Harrison a τ -faktor értékét különböző hőmérsékletekre és a $\rho(1 + X)$ szorzat különböző lehetséges értékei mellett kiszámították. Russel-keveréket feltételezve a „Guillotine faktor” mint sűrűség függvénye a következőképpen fejezhető ki:

$$\tau \sim \rho^{0,25} \quad (33)$$

Ezek szerint az opacitás (κ) a Russel-keverékre nézve közelítőleg:

$$\kappa \sim 10^{25} (1 + X) (1 - X - Y) \rho^{0,75} T^{-3,5} \quad (34)$$

Ez a formula a legmagasabb csillaghőmérsékletekig érvényes, csupán $3 \cdot 10^7$ fok mellett kezdi érvényét veszteni, ahol a fotoionizációtól eredő opacitás már erősen csökken, és helyébe a szabad elektronon fellépő Thomson-szóródás lép. Ennek értéke azonban alacsony marad. A szóródási koeficiens ilyenkor a csillag anyagának tömegegységében levő szabad elektronok számától függ, de független a frekvenciától.

Energiatovábbítás konvekció útján. Az energiatovábbítás ezen második módjánál az energia hordozója nem fénykvantum, hanem a csillag anyagának áramlása, konvekciója. A konvektív energia-

transzport által a magasabb energiájú (forróbb) csillaganyag felfelé áramlik a hidegebb rétegek felé, és helyet cserél a kisebb energiatar-
talmú (hidegebb) réteggel. A konvekciós energiatovábbítás tehát min-
dig anyagmozgással, belső áramlatokkal van összefüggésben. A kon-
vekció következtében tehát a csillag mintegy összekeveredik. A régebbi
kutatások (*Emden*) főleg a konvektív energia továbbításának tulajdo-
nítottak szerepet, míg *Eddington* nyomán később csak a sugár-
zást vették figyelembe. Ma valószínűnek tartjuk, hogy az energia-
továbbításban mindkét folyamatnak jut szerep.

A konvektív áramlás lényegét földi példával könnyen megvilá-
gíthatjuk. A földi légkör alján a Nap sugárzása felmelegíti a talajt,
és ez átadja hőenergiáját a légkör vele érintkező alsó rétegeinek, melye-
ket különben a felülről jövő sugárzás, a napfénynek a légkörben való
csekély abszorpciója miatt, nem melegítene fel. Az alsó rétegek kiter-
jednek, és mechanikailag instabil elhelyezkedés jön létre. Az alsó réte-
gek hőmérséklete azonban tartósan nem lehet magasabb, mint a fel-
sőké, mert elszakad a talajtól és felszállásba kezd. A magasban a nyo-
más csökkenése folytán lehül és kiterjed, és újból egyensúlyba jut
a környező légrétegekkel. A földi légkörben az ilyen felszálló légáram-
latok nyári délelőttökön jól megfigyelhetők, amikor a napsugarakat
jól elnyelő talaj fölött (szántóföld, sziklák stb.) a felszálló levegő
a magasban lehülve páratartalmára nézve telítetté válik, és a vízgőz
mint szép fehér kumuluszfelhő kicsapódik. A felhők talpa azonos magas-
ságban van, jelezvén a kicsapódási határt. Az ilyen felhőtornyok alatti
felszálló légáramlatokat keresik fel előszeretettel a vitorlázó repülők,
hogy ebben keringve nagy magasságokra tegyenek szert. Az este köze-
ledtével a talaj átmelegedése megszűnik, és a felszálló légáramlatok
elmaradásával a kumuluszfelhők képződése is megszűnik, az égbolt
kiderül.

Ugyanígyen felszálló áramlások a csillagok belsejében is végbe-
mennek. Amennyiben a felszálló térfogatelem és környezetének
hőmennyiséget nem ad át és nem is vesz fel (adiabatikus felszállás),
mindaddig folytatja emelkedését, míg a kiterjeszkedés okozta lehűlés
folytán lecsökkent hőmérsékletével azonos hőmérsékletű rétegbe nem
jut. A felszálló légmozgáshoz a földi légkörben az kell, hogy a hőmér-
sékletesés (gradiens) felfelé több legyen, mint $1^\circ/100$ méterenként.
Amennyiben ez fennáll, a mechanikai egyensúly instabillá válik, és
helykieserélődéses áramlás indul meg. Minél nagyobb tehát a földi
vagy csillaglégkörben a hosszegységre eső hőmérsékletesés (dT/dr)
az adiabatikus emelkedésnek megfelelő hőmérsékleteséshez képest
(dT/dr_{ad}), annál erőteljesebbek lesznek a felszálló áramok, és annál
hatékonyabb lesz az energiatovábbítás. Ezenkívül az energiatovábbítás
mértéke az emelkedő anyag állandó nyomáson mért fajhőjétől (c_p),

a felszállás sebességétől (v), az anyag sűrűségétől (ρ) és a felszálló térfogatelem magasságától (l) is függ.

$$H_k = c_p (\rho \cdot v \cdot l) \left\{ \frac{dT}{dr} - \frac{dT}{dr_{ad}} \right\} \quad (35)$$

l = az instabil réteg vastagsága.

A $(\rho \cdot v \cdot l)$ szorzatot az örvényelméletben kicserélési mennyiségnek nevezik. A formulából következik, hogy a konvektív energiatovábbítás csak akkor léphet fel, ha a sugárzási hőmérsékletesés (temperatura gradiens) nagyobb, mint az adiabatikus felszállásnak megfelelő hőmérsékletesés.

$$\left(\frac{dT}{dr} \right)_{\text{ug}} > \left(\frac{dT}{dr} \right)_{\text{ad}} \quad (36)$$

Ez utóbbi feltétel kifejezhető még a nyomásokkal és a sűrűséggel is, és ekkor hasonlóan azt kapjuk, hogy a konvektív energiaátadás feltétele

$$\left(\frac{d \ln P}{d \rho} \right)_{\text{ug}} > \left(\frac{d \ln P}{d \rho} \right)_{\text{ad}} \quad (37)$$

Részletes elemzés szerint a konvektív áramlások annál erősebbek, minél erősebb a sugárnyomás és minél nagyobb a csillag tömege. Ugyancsak elősegíti a konvekciót az ionizáció.

Mivel a konvektív áramlások mindig anyagtömegek mozgásával kapcsolatosak, minden olyan effektus, mely a csillagon belül anyagtömegek mozgását, eltolódását idézi elő, befolyással van a konvekcióra. Ilyen hatás elsősorban a csillag tengelyforgása, kettős csillagoknál a partner csillag okozta ár-apály-hatások és a csillagok mágneses tere. Ezért a magneto-hidrodinamika és ezzel kapcsolatosan a turbulenciaelmélet eredményei a csillagok belső szerkezetének megértése szempontjából egyre nagyobb jelentőséggel bírnak.

Amint láttuk, a konvekciónak lényeges szerep jut a csillag belsejében való energiaátvitelnél. Felmerül azonban a kérdés, milyen arányban áll egymással az energiatovábbítás két fő mechanizmusa: a sugárzás és a konvekció. Nyilvánvaló, hogy jelentősebb konvektív energiaátvitel létrejöttéhez nagy adiabatikusan felüli hőmérséklet-eséseknek kell fennállni. Ilyenek csak erős hőáramok, illetve igen alacsony opacitás esetén állhatnak fenn. Alig van elképzelésünk arra vonatkozólag, hogy a csillag belsejében a sugárzási energiatovábbítás milyen lokális ingadozásokat mutathat, és az opacitás mennyire változhat szabálytalanul helyről helyre a csillag belsejében. Csak a sugárzási energia továbbításában fellépő extremitások lehetnek nagy

adiabatikusan felüli hőmérsékleti gradiensek okozói. Ezeken a helyeken minden esetben meg kell indulniuk a konvektív áramlásoknak. Ezek az áramlások a csillag belsejében uralkodó viszonyoknak megfelelően (nagy kicserélési együttható) igen hatékony energiatovábbítók, melyek sokkal több energiát szállíthatnak, mint a sugárzás. Éppen ezért nagy hőmérsékleti esések a csillagon belül stabilisan *nem jöhetnek létre*, mert a fellépő erőyes konvektív energiatovábbítás csakhamar kiegyenlíti a szokatlan nagy hőmérsékleti különbségeket. Ezért valószínű, hogy a temperatura gradiens értéke a csillagon belül mindig közel áll az adiabatikus értékhez. Ebben a megvilágításban a sugárzási és a konvektív energiaátvitel kölcsönösen fenntartják az adiabatikus hőmérsékletesést.

IV. Csillagmodellek

Amint a csillagfelépítés egyértelműségének Vogt—Russel-féle tételéből következik, a csillagok belső felépítését elméletileg levezethetjük, ha a csillagok tömegét és kémiai összetételét (átlagos molekulasúlyát) ismerjük. A valóságban azonban a csillag szerkezetének leírásához elengedhetetlenül szükséges néhány függvény, különösen az energiatermelés és az opacitásnak a sugárral való változása ismeretlen előttünk. Ezért a csillag belső szerkezetének leírása minden további nélkül nem lehetséges. Azt az utat kell követnünk, hogy az ismeretlen függvényeknek bizonyos *önkéntes* alakot tulajdonítunk, és ennek segítségével konstruáljuk meg a csillag belső szerkezetét. Az ilyen önkéntes feltételezések alapján készült konstrukciókat *csillagmodelleknek* nevezzük. A csillagmodellek tehát közelítő lehetőségeket jelentenek az állapotjelzőknek a csillag belsejében való leírására, melyek a csillag valóságos felépítését több-kevesebb valószínűséggel megközelítik. A konstruálható csillagmodellek száma annyi, ahány féle eloszlást tételezhetünk fel az ismeretlen állapotjelzők részére. Az elméleti konstrukciók valóságtól való elszakadásának ellenőrzésére ismét a határfeltételi összefüggések alkalmasak. Az állapotjelzőknek a csillag centrumában és felületén szélső értékeket kell mutatniuk. Az energitermelés szubatomáris folyamatainak ismerete további ellenőrzési lehetőséget biztosít a csillagmodellek részére, amennyiben azt is kiköthetjük, hogy a csillagmodell szerkezete nem állhat ellentétben a termionukleáris reakciók fellépésének feltételeivel. Legalábbis a csillag középpontja táján elegendő magas hőmérsékletnek kell fennállnia, hogy a magfúziós folyamatok létrejöhessenek. Egyébként modellek konstruálása az elméleti fizika szokásos módszerei közé tartozik olyan esetekben, amikor nem ismeretesek elegendő részletességgel a rendszert jellemző függvények. A megismerés útja ezekben az esetek-

ben az, hogy felállítjuk a rendszerek elképzelhető sorozatát, és ezek közül kiválasztjuk azt, amelyik legjobban egyezik a megfigyelési adatokkal.

Az Eddington-féle vagy standard modell. Eddington volt az első, aki a csillagok belsejére vonatkozó kutatások közben az energiatermelés és az opacitás függvényének problémájával került szembe. Mivel ezen függvények pontos menete ismeretlen volt, Eddington a következő plauzibilis feltevéshez folyamodott.

Biztos, hogy stabil csillagokban a hőmérséklet a csillag belseje felé folyamatosan növekedik, s első közelítésben ezzel arányosnak vette az energiatermelést is. Másrészt az opacitásra nézve is plauzibilis feltenni, hogy értéke a csillag belseje felé fokozottan csökken. A magas hőmérséklet folytán erősödő ionizáció egyre csökkenti a fotoionizációs energiaelnyelés lehetőségét. Amíg tehát az energiatermelés a sugár mentén befelé (jóllehet ismeretlen függvény szerint) fokozatosan nő, addig ebben az irányban az opacitás csökken. Az ellenkező irányban haladva, vagyis a csillag felszíne felé pedig növekedik. Eddington ezért azt a közelítést vezette be, hogy az energiatermelés és az opacitás szorzata a csillag minden pontjára nézve állandó.

$$\kappa \cdot \overline{\epsilon} = \text{állandó} \quad (38)$$

Politróp modellek. Mint már a politróp gáztömbök bevezetésénél említettük, a nyomás és sűrűség általában a

$$P = k \varrho^{\frac{n+1}{n}} \quad (39)$$

összefüggés szerint változik. Annak feltételezése mellett, hogy a sugárnyomás elhanyagolható, és hogy az energiatranszport mindig a csillag anyagának változatlan hőkapacitása mellett megy végbe, n különböző értékei mellett az ún. *standard megoldásokat* kapjuk, melyeknek az Eddington-féle speciális esete. Ezen csillagokat, melyekben a sűrűségeloszlás hasonló, homológ csillagoknak nevezzük, és az állapotjelzők eloszlási függvénye bennük azonos. Megkísérelték, hogy a politróp modellekre nézve az energiatermelés és az opacitás hőmérsékleti függvényét felállítsák. Azt találták, hogy négy bizonytalan kitevő erejéig az összefüggés ilyen alakú

$$\epsilon = \epsilon_0 \varrho^\alpha T^\beta \quad \text{és} \quad \kappa = \kappa_0 \varrho^s T^t \quad (40)$$

ahol α és β , illetve s és t az ismeretlen kitevők.

A pontforrás modell. Már az Eddington-modellnél kiderült hogy a tömeg, hőmérséklet és nyomás a csillag középpontja táján erősen koncentrálódik. Ha figyelembe vesszük, hogy az energiatermelő magfúziós folyamatok olyan magas hőmérsékletet igényelnek, mely

csak a csillag magjának szűk környezetében uralkodhat, bizonyos matematikai absztrakcióval eljuthatunk a pontforrás modellhez, melynél azt tesszük fel, hogy az *energiatermelés csupán a csillag középpontjában történik*. A termonukleáris folyamatokról szerzett ismereteink szerint az energiatermelés pontszerű koncentrálódása igen valószínű, és ez ad különös érdekességet az ilyen modellekkel való foglalkozásnak.

A pontforrás modellek esetén a csillag középpontjától számított bármely r távolságban ugyanannyi az energiaáramlás, mert energiatermelés csak a centrumban van, és a csillagok magasabb rétegei nem járulnak hozzá semmivel az energiatermeléshez, tehát

$$L_r = L = \text{állandó, ha } r \neq 0.$$

A pontforrás modell esetében nehézséget jelent, hogy az energiatermelés ilyen erős középponti koncentrációja mellett nem tartható fenn a csillag egyenletes kémiai összetételére tett feltevésünk. Nyilvánvaló ugyanis, hogy az ionizációnak a csillag középpontja felé való erős növekedése miatt a középpont táján sokkal alacsonyabb átlagos molekulatömeggel kell számolnunk. További nehézség, hogy a konvektív réteg szerkezetét leírni nehézkes, és nem tudjuk elhatárolni, hogy a konvektív részen belül meddig helyezkedik el az energiatermelő mag. Becslések szerint az energiatermelő mag a csillag össztömegének 10–15%-át foglalja magában. A termonukleáris energia termeléséről szóló mai ismereteink szerint a valóban energiát termelő rész csak nagyon korlátozott terjedelmű lehet, és *nem szükségszerűen* a csillag centrumában elhelyezkedő *gömbnek felel meg*. Valószínű ugyanis, hogy a csillag legbelső magjában az addig elhasznált és felhalmozódó atomáris tüzelőanyagból eredő salak koncentrálódik (Hélium). Ezen izoterm, de már nem sugárzó gömb felületén levő *vékony réteg* az, melyben az energiatermelés folyik. Eszerint a csillag anyaga egy vékony gömb-réteg alakjában „ég ki” a középponttól a felület felé. Ezen megoldások azonban már átvezetnek a csillagok energiatermelésének külön problémáihoz, és nem tartoznak a csillagok felépítésével foglalkozó fenomenológiai tárgyalás keretébe.

Ezek szerint a csillag energiatermelésének pontszerű koncentrációját feltételező elmélet nem ad egységes felépítést a csillag egész térfogatára vonatkozólag. Általánosan legalább négy zónát kell a csillag felépítésében megkülönböztetni. A legbelső gömbben halmozódik fel az energiatermelés folytán elhasznált tüzelőanyag salakja. Elölött van a valóban energiát termelő igen vékony réteg. Ezt követi az átmeneti konvekciós zóna, melyben kiterjedt energiakonvekció vezet át az adiabatikus sugárzási egyensúlyban levő legkülső réteghez. Becslések szerint a konvektív mag a csillag sugarának 17%-áig terjed. Ez a csillag térfogatának 0,5%-át, de tömegének 15,3%-át tartalmazza.

A pontforrás modell alapján számított állapotjelző függvények nyomán a következőket mondhatjuk. Az opacitás csökkenésével a pontforrás modellek pontszerűsége egyre inkább feltűnővé válik. Ezzel jár a konvektív mag térfogatának zsugorodása és a centrális hőmérséklet emelkedése, mely már szinte meghaladja azt az értéket, mely a magfúziós folyamatok alapján várható.

Mindenesetre öröndetes, hogy a különböző modellszerű elképzelések között az eltérés meglehetősen csekély. Ez annak a bizonyítéka, hogy az opacitás és az energiatermelés szorzatának állandósága, valamint az energiatermelésnek a csillag szűk magjába való elképzelése jó közelítéssel adja vissza a valóságos viszonyokat. Valószínű ezért, hogy a reális csillagok nem nagyon mutatnak a csillagmodellektől eltérő fizikai felépítettséget.

Számos további kísérlet történt a csillagmodellek finomítására. Ezen kísérletek nagy része az energiatermelés szubatomáris folyamatainak figyelembevételével történik. Nyilvánvaló, hogy ilyen módon a csillag belső felépítésének pontosabb leírása remélhető.

Finomításokat érhetünk el az elméletben, ha figyelembe vesszük a csillagok forgását és ezáltal anyaguknak belső keveredési lehetőségét, továbbá elvetjük azt a feltevést, hogy a csillag kémiai összetétele az egész csillagon belül állandó. A kémiai összetétel állandósága nyilvánvalóan csak túlzott leegyszerűsítése a problémának, melyet csak azért fogadtunk el, hogy elkerüljük a teljes általánosságban való tárgyaláskor felmerülő súlyos nehézségeket.

A pontforrás modellnél a hőmérséklet erősen emelkedik a közép-pont körül. Itt erős ionizáltságot kell feltételeznünk, míg a környező, aránylag alacsonyabb hőmérsékletű rétegekben az ionizáció kisebb mértékű. Ezért nem zárkozzhatunk el a kémiai összetétel változásának figyelembevételétől. Az első erre vonatkozó számításokat *Schönberg* és *Chandrasekhar* végezték el, még 1942-ben.

Mindezek alapján azt mondhatjuk, hogy a csillagmodellek és különösen a Cowling-féle pontforrás modell igen jól írják le a csillagok belső szerkezetét. További jelentős haladást ezen a téren elsősorban akkor várhatunk, ha (esetleg földi laboratóriumi kísérletek alapján) részletes ismereteink lesznek az opacitás változásáról a többi állapotjelző függvényében. Ugyanis, mint láttuk, az opacitás-függvényre vonatkozó kielégítő ismereteink hiánya nagy bizonytalanságot okoz a csillag belső felépítésére vonatkozó elméleteinkben.

KULIN GYÖRGY:

A PALOMAR-HEGYI ÖTMÉTERES TÁVCSŐ*

Kettős aktualitása van annak, hogy a Palomar-hegyi nagytávcsőről megemlékezzünk. 1959 májusában lesz tíz éve, hogy ez a műszer megkezdte rendszeres működését. Az igaz, hogy már két évvel korábban felszerelték, de ez csak a próbafelvételek céljából történt, s valóban a tükröfelületet még javítani kellett. A másik aktualitást Rolf Riekhör: *Fernrohre und ihre Meister* nemrég megjelent könyve adja, ahol számos, a magyar irodalomban eddig nem közölt érdekes adatot tudunk meg a távcső történetéről.

1917. november 1-én készítették az első próbafelvételt a 100 hüvelykes (250 cm-es) Wilson-hegyi óriástávcsővel. Már ebben az időben felmerült egy még nagyobb távcső építésének gondolata.

George Ellery Hale egyik dolgozatában kifejtette, milyen jelentősége lenne a távoli extragalaxisok tanulmányozása szempontjából egy még nagyobb távcsőnek.

A felvetett gondolatnak érne kellett. Számos olyan előzetes kérdést kellett tisztázni, amelyeknek megoldása előtt nem is lehetett volna hozzáfogni a kivitelhez. Ezek a kérdések mind alapvetően fontosak voltak:

a) miből legyen a tükrő, melyik üvegfajta az, amely fizikai tulajdonsága alapján legjobban megfelel, és öntése technikailag megoldható?



23. ábra. George Ellery Hale.

*Rolf Riekhör „Fernrohre und ihre Meister” c. könyve alapján.

b) milyen legyen a mérete, tekintetbe véve a szereléssel járó technikai problémákat?

c) milyen szerelési módot válasszanak?

d) hol nyerjen elhelyezést?

e) ha mindezek megoldást nyernek is, hátra marad egy utolsó, de elsőrendűen fontos kérdés: ki fogja finanszírozni?

Hale mellett *F. G. Pease* lelkesedett nagymértékben az új távcső tervén.

1926 októberében *Hale* meghívta a Wilson-hegyi csillagvizsgálóba *H. J. Thorkelsont*, a Rockefeller-alapítvány egyik befolyásos emberét. A látogatás végén *Pease* felvetette egy 7,5 méter átmérőjű távcső tervét. *Thorkelsont* meggyőzték az érvek, amiben nem kis része volt a vendéglátók nagymértékű optimizmusának.

Még ebben az évben a Rockefeller-alapítvány 6 millió dollárt utalt ki egy 200 hüvelykes reflektor építésére. A legnagyobb összeg volt ez, amit az alapítvány valaha is egyetlen feladat megoldására fordított.

A méret eldöntését is hosszas vita előzte meg. *Pease* mindenképpen ragaszkodott a 300 hüvelykhez (7,5 méter), de neki is be kellett látnia, hogy 100 hüvelykesről mindjárt a 300 hüvelykésre ugrani nagyon merész vállalkozás lenne.

Még 1928 őszén megalakult *Hale* vezetésével az Obszervatórium tanácsa, amely csillagászekből, fizikusokból, mérnökökből, kémikusokból, geológusokból stb. állott. A technikai csoport vezetője *John A. Anderson* lett, aki a legkiválóbb technikusokat gyűjtötte maga köré.

Nagy problémát okozott a tükrő üveganyaga. Igaz, a választék nem volt nagy, mert csupán a kvarcüveg és a pyrex között kellett választani. Fizikai jótulajdonságai miatt a kvarcüveg került előtérbe. Ennek hőtágulása a legkisebb, aránylag könnyű, keményebb, mint más üvegek, és nagyszerűen fényezhető. Csupán az volt kérdéses, hogy ilyen nagy korong kiöntése nem ütközik-e leküzdhetetlen nehézségekbe.

Hale Elihu Thomstont, a General Electric Company vezető emberét kérte fel a kísérletekre. Roppant nagy nehézségek árán *Thomsonnak* 1931-ben sikerült is 2 db 60 hüvelykes kvarckorongot kiöntenie. A kísérletezést mégis félbe kellett szakítani, mert már az eddigi munkálatok 639 000 dollárt emésztettek fel.

Ezután kapott megbízást a Corning üvegyár, hogy az 5 méteres tükröt pyrex üvegből készítse el. A pyrex üveg szintén kis hőtágulású, anyaga: 80,5% SiO_2 , s tartalmaz még többek között 11,8% B_2O_3 , 4,4% Na_2O , és 2% Al_2O_3 keveréket.

De még pyrexből sem volt egyszerű feladat 5 méteres korongot önteni. A Corning üvegyár eddig még egy méter átmérőjű tömböt

sem öntött. Az 5 méteres átmérőt csak fokozatosan érték el, miután sikeres volt a 75 cm-es, a 150 cm-es és a 3 méteres korong öntése. A 3 méteres korongot azzal a céllal készítették, hogy siktükör lesz belőle az 5 méteres parabolikus felület ellenőrzéséhez. Azóta már ezt a korongot parabolikusra csiszolták, s ez lett a Lick Csillagvizsgáló főműszere, aminek felavatása nemrég történt meg.

Egy teljes egészében tömör, 5 méter átmérőjű pyrex korong a szükséges vastagsággal számolva mintegy 40 tonnát nyomott volna. Ilyen hatalmas üvegtömeg kihűlése hczzávetőlegesen 9 évet vett volna igénybe, minthogy a hűtés csak fokozatosan történhet. Pease vetette fel először, hogy a tükörkorong alja bordázott, sejtyszerű legyen. Az összefüggő tükörfelület vastagsága mindössze 12 cm vastag. A merevséget biztosító sejtfalak mélysége 50 cm. Az egész felület 114 cellából, az öntőforma pedig ennek megfelelően ugyancsak 114 tűzálló magból állt.

A kisebb korongok öntése különösebb zavar nélkül történt, de az átmérő növekedésével a nehézségek is nőttek. A pyrex üveget 1500 Celsius fok fölött olvasztják és 1350 Celsius fokon öntik. Ez a magas hőmérséklet nagy veszéllyel jár a formázó anyagokra.

Már a próbaöntéseknél is előfordult, hogy a magok beragadtak, vagy a formától elválva az olvadt üveg felszínére úsztak.

Ilyen előzmények után dr. McCauley, aki a Corning üvegyárban a munkálatokat vezette, az 5 métercs korong öntése előtt a magokat erős fémtuskókkal rögzítette.

A tükör első öntése nagyszámú néző jelenlétében 1934. március 25-én történt. Miután az üvegananyag nagy részét már beöntötték, a magok közül néhány elvált és feljött a folyékony üvegmassza tetejére. A rögzítő fémtuskók ugyanis megolvadtak. Mindent megtettek, hogy az öntés sikerüljön, hosszú rudakkal halásztatni próbálták a felszínre került magokat, vagy legalább össze akarták azokat törni, de az elviselhetetlen hőség miatt egyik sem sikerült.

1934. december 2-án történt a második öntés. Most jó hőálló krómnikkel acéllal rögzítették a magokat, s az öntés sikerült is.

Az üvegorong 8 hónapig hűlt, de ez sem történt simán. 1935 tavaszán, amikor a korong még csak hűlőfőlben volt, a Corning üvegyár melletti folyó megáradt, mely a még forró korongot teljes pusztulással fenyegette.

1936. március 26-án hagyta el a korong a Corning üvegyárat egy külön erre a célra készített speciális vagonban, végig az Egyesült Államokon két hétig tartott az út, s ez év hűsvét hétfőjén érkezett meg Pasadenába, a californiai Technológiai Intézet újjáépített műhelyébe. Maga az öntés és a szállítás egyaránt szenzáció volt, az újságok a róla írt cikkekkkel voltak tele, és az emberek ezrei utaztak Pasadenába, hogy az óriáskorong kirakodásának tanúi lehessenek.

A csiszoláshoz a tükröt mindjárt arra a szerkezetre helyezték, amely az 5 méteres tükrő foglalata lett. A csiszolóberendezés hatalmas profilgerendákra úgy volt szerelve, hogy a futókocsik két egymásra merőleges irányban elmozdulhassanak. Maga a csiszolóberendezés tehát tetszés szerinti mozgást végezhetett. Az üvegkorong állandóan körbe forgott. 159 mp alatt tett meg egy teljes fordulatot.

A mintegy 20 tonnás üvegtömbnek előbb a felületét, majd az alját síkra csiszolták. Utána felfúrák a 36 lyukat, amelyek később a 36 felfogó kart tartották. Szerelés után ugyanis a tükröt nem csupán egyszerűen behelyezték a foglalatba, hanem ezen a 36 karon függesztették fel, hogy a tükrő különböző helyzeteiben a nehézségi erő hatására ne lépjenek fel deformálódások.

A görbület csiszolásához 2,5 méter átmérőjű tárcsát használtak. Pontosan 10 cm üveganyagot kellett a középről eltávolítani, vagyis 5 tonna üveganyagot kellett kicsiszolni. Ez a munka 3 hónapig tartott. A finomcsiszolást már 5 méteres tárcsával végezték, amire 1950 db pyrex üvegtömböt erősítettek. Hasonló tárcsát használtak a polírozáshoz is, de ehhez az üvegtömböket szurokkal borították. A parabolizáláshoz és a zónahibák javításához már kisebb korongokat használtak, le egészen 20 cm átmérőig.

Minden óvintézkedést megtettek a karcolási veszély elhárítására. A terembe csak az léphetett, aki előbb ruhát váltott. A levegőt állandóan gondosan tisztított friss levegővel cserélték. A kíváncsiak a munkamenetet csak egy üvegezett erkélyről nézhették.

A terem hőmérséklete egy év folyamán 18–30 Celsius fokig változott. A szurok keménységét ennek megfelelően állandóan változtatni kellett. A temperáló berendezést nem tudták használni, mert a vele járó légáramlás zavarta a tükrő vizsgálatát.

Egyébként a tükrőfelület vizsgálatához meg kellett dönteni a tükröt. A berendezés olyan volt, hogy a függőlegestől 11 fokig lehetett dönteni a tükrő síkját. Munka közben ismét vízszintesre állították.

A felületpróbát a Foucault-féle fénypróbával végezték a görbületi középpontban. Eleinte elegendő volt ezt a vizsgálatot szombatonként végezni, később azonban gyakrabban. A vizsgálatok eredményeiből számították ki minden alkalommal az ideális paraboloid felületről való eltérést, és a munkát ennek alapján folytatták.

A csiszolással és a felület első fényezésével gömbfelületet állítottak elő. Az eltérés a gömb és a paraboloid között ilyen nagy felületnél is csak 0,1384 mm, mégis nagy ahhoz, hogy ennyi anyagot polírozással el lehessen távolítani. Ezért a felületet felváltva csiszolták és polírozták, és amikor már elérték vagy jól megközelítették az ideális paraboloidot, a felületet zónánként alakították.

A háború alatt a munkálatokat beszüntették. Utána 1947-ben

készültek el vele. Az utolsó időkben már igen gyakran ellenőrizték a felületet. 1947 október elején abbahagyták a munkát annak ellenére, hogy a perem kissé magasabb volt az ideális alaknál. Arra gondoltak ugyanis, hogy a tükör használat közben más helyzetben lesz, mint most a vizsgálatoknál, amikor csaknem függőleges helyzetben állott a felület. Úgy vélték, hogy ez a kis eltérés a nehézségi erő hatására magától javulni fog.

1947 novemberében indult útjára a kész tükör fel a Palomar-hegyre. Az utakat tisztára söpörték és rendőrosztag kísérte a rendkívüli menetet.

A Palomar-hegy 170 km-rel délkeletre fekszik a Wilson-hegytől és 50 km-re az Óceántól. 1700 m magasán egy nagy platón épült a Csillagvizsgáló, ahonnan tiszta időben gyönyörű kilátás nyílik a tengerre.

A Palomar-hegyről már 1928-ban szó esett. De csak 1934-ben döntöttek végképp mellette, miután 5 éven át 10 hordozható műszerrel az egész vidéken szcintillációméréseket végeztek a legmegfelelőbb hely kiválasztása érdekében.

Végül már csak a Mount Wilson, a közelében fekvő Tafelberg és Mount Palomar között kellett választani. A Mount Wilson jó észlelési viszonyait már 30 éve ismerték, de közben Los Angeles nagyon kiépült, Hollywood nagyon felvirágzott, és félt volt, hogy a folyton növekvő városi fény zavarólag hatna. Így döntöttek végül a Mount Palomar mellett.

Teljesen új utat építettek a Palomar-hegyre, ennek az új útnak a neve: „The Highway to the Stars”. Az új útra mindenképpen szükség volt, hiszen a régi indián utakon nem lehetett volna 50 tonnás terhet felszállítani.

Az 1700 m magas platón előbb az erőművet, a műhelyt és a víztornyot építették fel, majd a 42 m átmérőjű, 41 m magas kupolát. A kupola kettősfalú, a köztérben alumíniumlemezek gondoskodnak a jó szigetelésről. A kupolát minden kényelemmel berendezték. Az észlelő terem alatt foglalnak helyet a laboratóriumok, a dolgozósobák, az észlelők szobái és a technikai berendezés a kupola mozgatásához és a műszer vezérléséhez. A látogatók a műszer csak egy üvegezett tereméből nézhetik meg.

A mechanikai szerelés építéséhez csak akkor fogtak hozzá, amikor a tükör kiöntése sikerült. A tervezgetések azonban már korábbra nyúlnak vissza.

A 100 hüvelykes szerelési módja nagyított formában alkalmasnak mutatkozott volna, de ezáltal a pólus környékéről le kellett volna mondani. A 60 hüvelykeséhez hasonló villás szerelés elkerüli ezt a hibát, viszont itt roppant nagy szerkesztési problémák léptek fel. A tubus

és a tükör együttes súlya 150 tonna, tízszer akkora, mint a 60 hüvelykes esetében.

Hale régi munkatársa, *Russel W. Porter* egy egészen új és eredeti megoldást ajánlott, amit ő „Split-Ring” szerelésnek nevezett el. Lényege, hogy egy nyitott gyűrű két csapon tartja a tubust. Ezek



34. ábra. Az 5 méteres távcső 42 m átmérőjű kupoldja.

a csapok adják egyben a deklinációs tengelyt. A nyitott gyűrű a csapokra merőleges tengely körül görgőkön fordulhat el. Ez képviseli a rektaszcenzió-tengelyt.

Végül is az 5 méteres távcső szerelési módja a villás szerelés, a rámás szerelés és a „Split-Ring”-szerelés kombinációjából alakult ki, egyesítve ezeknek valamennyi előnyét.

Az 1934—35-ben kialakult végső szerelési forma megoldásával *Hale* megbízta *Clyde McDowell*-t, akiben kellő energiát látott és megfelelő technikai tapasztalatot ismert meg. *McDowell* soha azelőtt nem készített távcsövet, hiszen hajóskapitány volt. Mindenesetre érdekes mozzanat, hogy a világ legnagyobb távcsövének körültekintő munkáját ez az ember végezte.

A munkálatokat a Westinghouse Művek vállalták, és 1937—38-ban a legnagyobb alkatrészek el is készültek.

Maga a tubus nyitott rácsszerkezet, 50 cm-es I-vasakból áll. Középső része 6,7 m hosszúságban négyszögletes. A tubus teljes hossza 16,8 m. Külső megjelenésre a tubus igen egyszerű, azonban rendkívül kényes igényeket kell kielégítenie. A tükör 15 tonna, foglalata 19 tonna, nyitott végén még egy észlelőkabin is van. Mervegnek kell lennie, hogy a milliméter törtrészének pontosságával helyén tartsa a tükröt.

A patkó alakú rész 14 m átmérőjű és 145 tonnát nyom.

Az északi tartón nyugvó patkót a déli tartóval 18,5 m hosszú, 3,2 m átmérőjű, egymástól 10,7 m-re levő csövek kötik össze.

E nagyobb alkatrészeket 1938 nyarán vízi úton a Panama-csatornán keresztül szállították Californiába, és onnan továbbították a Palomar-hegyre. A műszert összeszerelték, mielőtt még a tükör kész lett volna, s az egyensúly miatt a tükröt megfelelő súlyú betontömbbel helyettesítették.

A mozgó rész minden csapágyazás nélkül fekszik fel a két tartón. A felfekvési helyen a csúszófelületet vékony olajfilm szolgáltatja. Ezt a megoldást a Westinghouse Művek egyik szakemberének, *F. Hodgkinsonnak* javaslatára alkalmazták. Az érintkező felületek közé 40,3—26,2 atmoszféra nyomással olajat pumpálnak, úgyhogy az egész hatalmas mozgórész 1/10 mm vastag olajfilmen úszik, a mozgó rész teljes súlya 500 tonna. A műszer annyira pontosan ki van egyensúlyozva, hogy kézmozdulattal elforgatható. A távcső mozgásban tartásához egy 1/12-es lóerős motor elegendő.

A távcső mozgatása szinkron motorral történik, amit egy kvarzóra vezérel. Észlelés idején automatikus szerkezet korrigálja a légköri refrakciót. A hajtómű egy 4,4 m átmérőjű fogaskerekhez csatlakozik. Egy másik, hasonló méretű kerék szolgál a durva beállításra. Minden mozgatás és beállítás automatikusan történik. Az észlelőt minden felesleges munkától megkímélik ezek a berendezések. Elegendő a műszernek megadni a megfigyelendő égitest koordinátáit, az átszámítás csillagidőre, a távcső és a kupola részének beállítása automatikusan áll be, és automatikus a kontroll is. Az automatikus beállítás pontossága 5 ívmásodperc, azaz a látszó holdátmérő 360-ad része. Csak ilyen beállítási pontosság mellett lehetséges koordináták alapján olyan halvány objektumokat fényképezni, amelyek vizuálisan még távcsövön át sem láthatók.

Mint minden nagy teleszkóp, az 5 méteres távcső is használható Newton- és Cassegrain-fókuszban. A tükör fénycereje $f: 3,3$, primer fókusza tehát 16,75 m. Newton-szerelés nélkül, a primfókuszban is lehet vele észlelni, erre a célra szolgál a cső végébe épített észlelő kabin, aminek 1,8 m az átmérője.

A Cassegrain-fókusz közvetlenül a cső alsó végénél van. Ebben a szerelésben gyújtótávolsága 81,3 m, fénycereje $f: 16$.

Egy siktükör közbeiktatásával a fénysugár a deklinációs tengely irányába terelhető, ahova egy 2,45 m gyújtótávolságú spektrográf van beépítve.

A Cassegrain-Coudé szerelésben a műszer effektív fókuszja 152,5 m, nyílásziványa 1 : 30. Három siktükör segítségével az óratengely déli tartóján át a fénysugár egy konstans hőmérsékletű terembe terelhető, ahol több rácsspektrográf áll rendelkezésre 0,21 m—3,66 m gyújtótávolságú Schmidt-kamarákkal együtt. E Schmidt-kamarák kisebbikének fényereje 1 : 0,7.

A parabolikus tükör kihasználható látómezeje a primer fókuszban mindössze 3 ívperc (holdátmérő tizede). Ezért a kihasználható látómező növelésére Ross egy korrekciós lencserendszert készített, ami a látómező kihasználható területét megtízszerezi. Ugyancsak korrekciós célzattal Barlow-lencserendszert is használnak, ami egyben kétszeres fókusznyújtást is ad. A primfókuszban történő ködfelvételekhez Schmidt-kamarákkal egybeépített prizmás spektrográfokat alkalmaznak. Ezeknek a kamaráknak fényereje rendkívül nagy (1 : 0,47—1 : 0,95).

A főtükröt 1947-ben szerelték be a betontömb helyére.

John A. Anderson volt az első, aki 1947. december 21-én először nézett a távcsőbe. Amikor *Helen Wright* megkérdezte tőle, hogy mit lát, gondolataiba merülve ennyit mondott: „Oh, mennyi csillag!”

Ezután heteken át folyt a műszer jusztirozása, és hónapokon át a próbafelvételék készítése. A várt eredmény, hogy a tükör peremén még maradt kis emelkedés csökken, nem következett be, sőt még nagyobb lett. El is határozták, hogy ennek lepolírozásával javítani fogják a tükröt, előbb azonban még számos felvételt készítettek.

Kiderült az is, hogy a hőmérsékletváltozások kellemetlenebbek, mint ahogyan várták. 12 kis ventilátort építettek be, amelyek levegőt áramoltattak a tükör alsó részének közepe felé. Egy ilyen sejtyszerű tükör nyilvánvalóan sokkal könnyebben hozható azonos hőmérsékletre, mint egy masszív tükör, de ha a perem és a középső zóna között hőmérsékletkülönbség van, úgy erre a cellás tükör érzékenyebb, mint a tömör.

1949 májusában szerelték le a tükröt. Eltávolították az alumíniumfelületet, amivel 1947-ben már a Palomar-hegyen vonták be. A tulajdonképpeni felületjavítás 9 órai munkával megtörtént, de közben állandóan ellenőrizni kellett, s ezért a szereléssel együtt fél évet vett igénybe. 1949 novemberében újra bevonták alumíniummal, amire még védő kvarzréteget is csapattak. Az újraserelés után a műszer kifogástalan, és minden alkalmas időben működésben van.

Az 5 méteres távcső felavatása és átadása rendeltetésének 1948. május 3-án történt. Több száz ember gyűlt ekkor össze a nagy távcső

alatt. *George Elery Hale* már nem érhetette meg ezt a pillanatot, hiszen 10 évvel korábban, 1938. február 21-én meghalt. Ugyanebben az évben halt meg lelkes munkatársa, *Pease* is. De nem lehettek jelen még több-
ben mások sem. Nem élhették meg munkájuk megkoronázását *Sinclair*



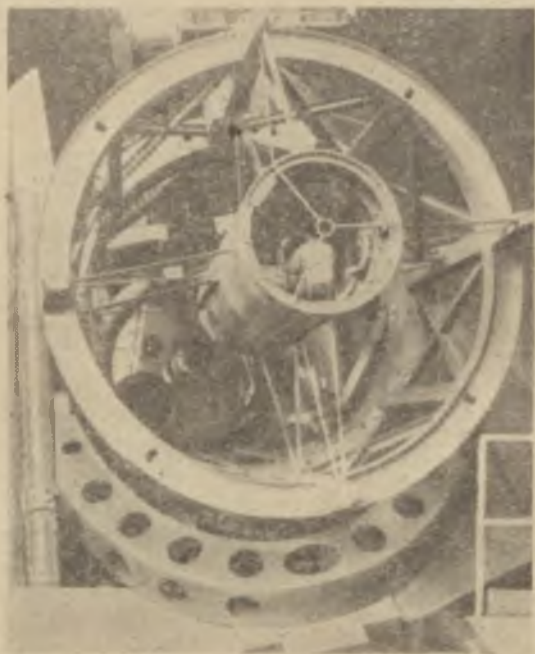
35. ábra. Az 1948. évi május 3-i ünnepség a Hale Teleszkóp alatt.

Smith, az automatikus berendezés megteremtője, és *Wickliffe Rose*, a Rockefeller-alapítvány elnöke sem.

1950 óta az 5 méteres távcső minden derült éjszakán felvételeket készít. Nyilvánvalóan olyan programja van, amit nála kisebb távcsövekkel nem lehet elvégezni. A Mount Palomar és a Mount Wilson

Obszervatórium közös vezetés alatt áll, és munkaprogramjuk kiegészíti egymást.

A két intézmény igazgatója, *Ira S. Bowen* ünnepi beszédében az 5 méteres távcső programját az extragalaxisok és az egyes csillagok anyagállapotának kutatásában jelölte meg.



36. ábra. Észlelés a primer fókuszban.

Az ötméteres távcső *George Elery Hale* tiszteletére a „*Hale teleszkóp*” nevet kapta.

A Hale teleszkóppal kétszer olyan távol látunk a Világegyetembe, mint a 100 hüvelykessel. A spirálködök spektroszkópiai vizsgálatát egy milliárd fényév távolságig bővítette ki az új műszer. Ez nem csupán az eddigi határ megnégyszereződését jelenti, hanem újabb eredményeket hoz a Világegyetem felépítése és a Világegyetem eddig megismert részének kora tekintetében is.

Már röviddel a Hale teleszkóp üzembehelyezése után sikerült *Humasonnak* olyan távoli extragalaxist spektroszkópiailag vizsgálni, amelynek Doppler-effektusa 60 000 km/sec távolodásnak felel meg.

A radiális sebesség és távolság Hubble-féle összefüggése alapján ennek a ködnek távolsága 340 millió fényév lenne.

Egy évvel később, 1952-ben következett be a Hubble-féle összefüggés revíziójának szüksége. Az 5 méteres távcsővel az Andromeda-ködnön végzett vizsgálatokból kiderült, hogy távolsága nem lehet a korábban elfogadott 750 000 fényév, hanem annak legalább kétszeresének kell lenni. Az újabb vizsgálatok alapján az eddigi távolsági skála a közelebbi objektumokra megkétszereződött, a távolabbiakra megháromszorozódott.

A távolságok megduplázása magával hozta, hogy az extragalaktikus ködök átmérője is megkétszereződik. Ezzel azonban el kellett vetni a mi Tejútrendszerünk különleges méretéről és szerepéről vallott felfogást.

A Hale teleszkóp üzembehelyezése óta fejlődött ki a rádiócsillagászat. Az itt felmerülő problémák megoldásához már eddig is nagymértékben hozzájárult az 5 méteres távcső.



A VILÁG LEGNAGYOBB TÁVCSÖVEI*

I.

REFLEKTOROK (tükrös távcsövek)

Az obszervatórium (vagy a műszer) neve (vagy tulajdonosa)	A távcső működési helye (város és ország)	A főtükör átmérője cm-ben	Megjegyzés
HALE teleszkóp	Mt. Palomar, USA	508	
Lick Observatory	Mt. Hamilton, USA	305	
HOOKEK teleszkóp	Mt. Wilson, USA	254	
Mc.Donald Observatory	Fort Davis, USA	208	
Radcliffe Observatory	Pretoria, Dél-Afrika	188	
David Dunlap Observatory	Toronto, Kanada	188	
Commonwealth Observatory	Mt. Stromlo, Ausztrália	188	
Dominion Observatory	Ottawa, Kanada	185,5	
Perkins Observatory	Delaware, USA	175,5	
Harvard University	Oak Ridge, USA	155	
Harvard University	Bloemfontaine, Dél-Afrika	152,5	Fiók-intézet
Observatoire Nationale	Cordoba, Argentína	152,5	
Ritchey teleszkóp	Mt. Wilson, USA	152,5	
Staatliche Sternwarte	Hamburg—Bergedorf, Németország	150	
Állami obszervatórium	Simeis, Szovjetunió	127	
Commonwealth Observatory	Mt. Stromlo, Ausztrália	127	
Universitäts—Sternwarte	Berlin—Babelsberg, Németország	124,5	
Staatliche Sternwarte	Bern, Svájc	123	
Observatoire de l'État	Paris, Franciaország	119	
Lowell Observatory	Flagstaff, USA	107	
Állami Obszervatórium	Simeis, Szovjetunió	102	
Állami Obszervatórium	Stockholm, Svédország	102	
Yerkes Observatory	Williams Bay, USA	102	
Us Naval Observatory	Flagstaff, USA	102	
UCCLE Observatory	Bruxelles, Belgium	100	
Observatoire de l'État	Meudon, Franciaország	100	
Staatliche Sternwarte	Hamburg—Bergedorf, Németország	100	
Observatoire Nationale	Como, Olaszország	100	
Observatoire Nationale	Genova, Olaszország	100	

* Összeállította: Gauser Károly

II.

REFRAKTOROK (lencsés távcsövek)

Az obszervatórium (vagy a műszer) neve (vagy tulajdonosa)	A távcső működési helye (város, ország)	A lencse átmérője cm-ben	Megjegyzés
Yerkes Observatory	Williams Bay, USA	101,6	
Lick Observatory	Mt. Hamilton, USA	91,4	
Observatoire de l'État	Meudon, Franciaország	83	
Forschungsinstitut	Potsdam, Németország	80	
Állami Csillagvizsgáló	Pulkovo, Szovjetunió	76,2	
Allegheny Observatory	Allegheny, USA	76,2	
Observatoire de l'État	Nice, Franciaország	76,2	
British Royal Greenwich Observatory	Herstmonceux, Anglia	71,1	
Universitäts—Sternwarte	Wien, Ausztria	68,6	
Lamont—Hussey Observatory	Bloemfontaine, Dél-Afrika	68,6	
Universitäts—Sternwarte	Berlin—Treptow, Németország	67,5	
Union Observatory	Johannesburg, Dél-Afrika	67,2	
US Naval Observatory	Washington, USA	66	
Yale Columbia University Observatory, USA	Mt. Stromlo, Ausztrália	66	Fiók-intézet
McCormick Observatory	Virginia, USA	66	
Állami Obszervatórium	Tokyo, Japán	64,8	
Deutsche Akademie	Berlin—Babelsberg, Németország	64,8	
Állami obszervatórium	Belgrád, Jugoszlávia	64,8	
University Observatory	Cambridge, Anglia	63,5	
Observatoire de l'État	Meudon, Franciaország	62	
Observatoire Nationale	San Bernardo, Chile	61	
Yerkes Observatory	Williams Bay, USA	61	
Staatliche Sternwarte	Hamburg—Bergedorf, Németország	61	
Sproul Observatory	Swarthmore College, USA	61	
British Royal Observatory	Cape of Good Hope, Dél-Afrika	61	Fiók-intézet
Lowell Observatory	Flagstaff, USA	61	
Állami Obszervatórium	Salztjöbaden, Svédország	61	
University Observatory	Oxford, Anglia	61	
University Observatory	Indiana, USA	61	

Az obszervatórium (vagy a műszer) neve (vagy tulajdonosa)	A távcső működési helye (város és ország)	A lencse átmérője cm-ben	Megjegyzés
Állami Csillagvizsgáló	Lembang, Indonesia	60	
Observatoire de l'État	Pic du Midi, Franciaország	60	
Observatoire de l'État	Paris, Franciaország	60	
University Observatory	Princeton, USA	59	
Edinburgh City Observatory	Calton Hill, Anglia	53,3	
Chamberlin Observatory	Denver, USA	50,8	
Lick Carnegie Observatory	Mt. Hamilton, USA	50,8	
van Vleck Observatory	Middleton, USA	50,8	
Állami Csillagvizsgáló	Salstjöbaden, Svédország	50,8	
Állami Csillagvizsgáló	Simeis, Szovjetunió	50,8	
Forschungsinstitut	Potsdam, Németország	50	

III.

Schmidt rendszerű távcsövek

Az obszervatórium (vagy műszer) neve (vagy tulajdonosa)	A távcső működési helye (város, ország)	A korr. lemez átmérője cm-ben	A tükrök átmérője cm-ben	Megjegyzés
British Royal Greenwich Observatory	Herstmonceux, Anglia	203	249	Építés alatt
Deutsche Akademie der Wissenschaften	Berlin, Németország	134	200	Építés alatt
Harvard University Observatory	Springfield, USA	150	150	Építés alatt
Mt. Palomar Observatory	Mt. Palomar, USA	122	180	
Staatliche Sternw.	Hamburg—Bergedorf	80	120	
Harvard University Observatory USA	Bloemfontaine, Dél-Afrika	80	90	Fiók-intézet
British Royal Observatory	St. Andrews, Skócia	70	96,5	Építés alatt
Osservatore Nazionale	Tonanzintla, Mexico	66	76	
Lowell Observatory	Flagstaff, USA	63	76	
Harvard Observatory	Agassiz, USA	61	91,5	
Michigan University	Portage Lake, USA	61	91,5	
Curtiss Telescope	Gran Sasso, Olaszország	61	91,5	
Osservatore Nazionale				

Az obszervatórium (vagy műszer) neve (vagy tulajdonosa)	A távcső működési helye (város, ország)	A korr. lemez átmérője cm-ben	A tükör átmérője cm-ben	Megjegyzés
Warner & Swasey Observatory Burrell Telescope Vanderbilt University A. J. Dyer Observatory	Cleveland, USA	61	91,5	
Staatliche Sternw.	Nashville, USA	61	61	
Staatliche Sternw.	Hamburg—Bergedorf	60	60	
Astrophysical Obs.	Sonneberg, Németország	50	70	
Escondido Obs.	Potsdam	50	70	
Egyetemi Csillagvizsgáló	California, USA	50	50	
Mt. Palomar Observatory	Turku, Finnország	50	50	
Cambridge University	Mt. Palomar, USA	46	66	
Manchester University	Cambridge	43	61	
Royal Observatory	Manchester	43	?	
Staatliche Sternwarte	Edinburgh, Skócia	40,5	61	
	Hamburg—Bergedorf	36	44	

TARTALOM

Táblázatok, grafikonok:

Nap és Hold kelte és fontosabb adatai	4
A szabad szemmel látható bolygók koordinátái és látszólagos sugara O ^b világidőkor	30
Az öt fényes bolygó távolsága és fényessége.....	32
A nálunk észlelhető legfeltűnőbb meteorrajok	33
A Jupiter-holdak helyzetei	34
A Jupiter-holdak jelenségei.....	38
A Sarkcsillag zenittávolsága és azimutja Budapesten	41
A Magyarországon jól látható csillagok adatai.....	42
Szabad szemmel észrevehető különféle objektumok.....	54
Fényesebb változócsillagok	55
A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának héliografikus koordinátái	56
Napfogyatkozások az 1959—1963. években	57
Holdfogyatkozások az 1959—1963. években	57
Az 1959. évi fogyatkozások	58
A nagybolygók keltének és nyugtának időpontjai	59
Az Uránusz és Neptunusz mozgása 1959-ben.....	60
Időegyenlet	61
A csillagidőnek közép időre való átszámítása.....	62
Az égbolt érdekesebb látnivalói	64
A csillagos ég 1959-ben.....	67

Beszámolók:

<i>Detre László:</i> A Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Inté- zetének működése (1957. szeptember 1. — 1958. július 1). ...	76
<i>Svékus Olivér:</i> A TIT Csillagászati-Űrhajózási szakosztályának munkája	80

<i>Kulin György</i> : A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat Uránia Bemutató Csillagvizsgálói	84
--	----

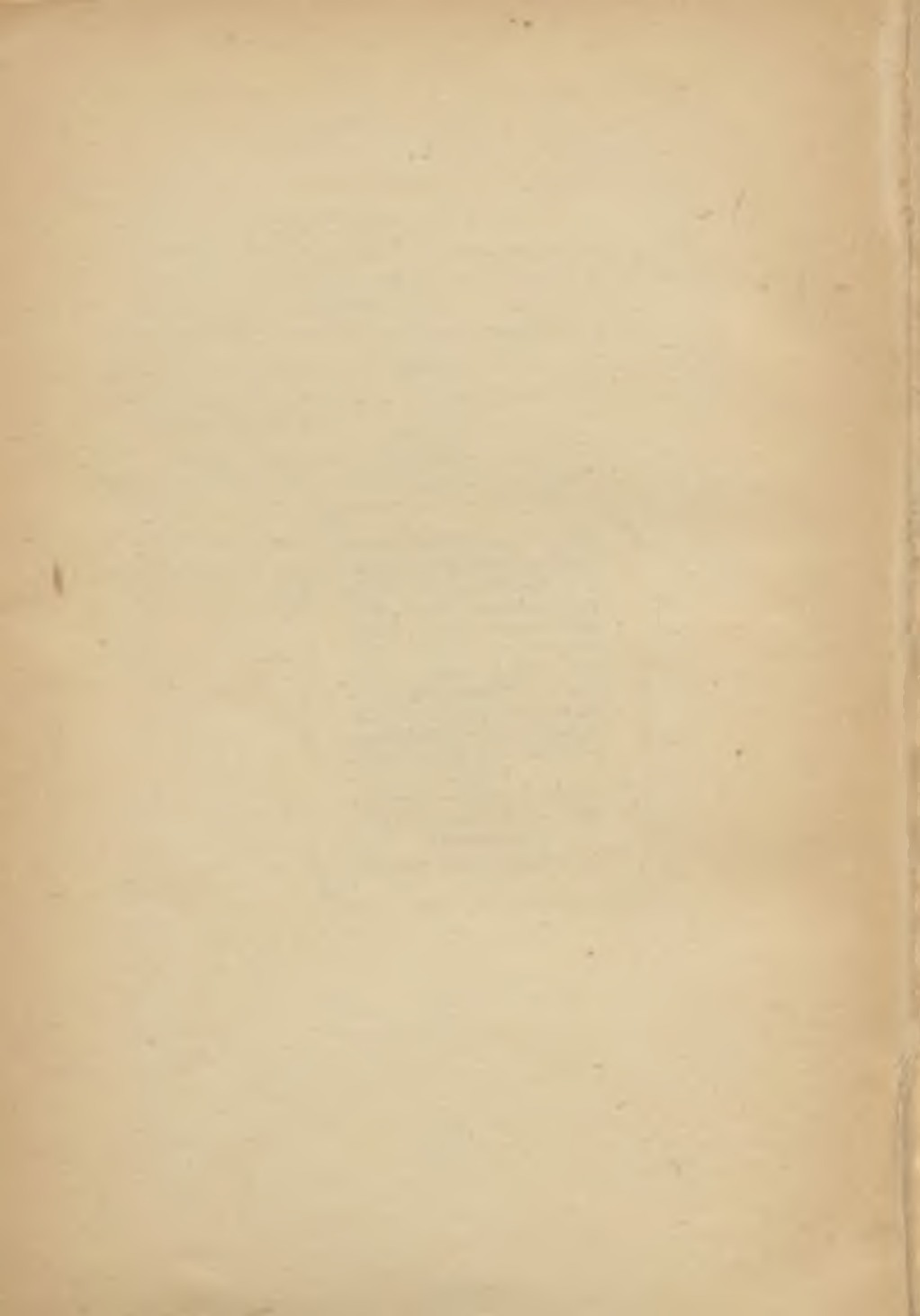
Cikkek:

Ismerkedés a csillagászattal (D—ő.)	95
<i>Detre László</i> : Az 1956. és 1957. év csillagászati eseményei.....	115
<i>ifj. Bartha L.—dr. Berkes Z.—Nyitrai T.—Örményi I.</i> : Az 1957—1958- as erős naptevékenység	122
<i>ifj. Bartha Lajos</i> : A magyar csillagászat történetéből. II.....	129
<i>Róka Gedeon</i> : A táguló világegyetem	143
<i>Emil Škrabal</i> : Hogyan határozhatjuk meg a mesterséges holdak lát- hatóságának idejét?	155
<i>Guman István</i> : Egy óegyiptomi csillagászati problémáról.....	164
<i>Zerinváry Szilárd</i> : Hogyan határozzák meg a holdbeli hegyek magas- ságát?	177
<i>Szimán Oszkár</i> : A csillagok belső felépítése.....	182
<i>Kulin György</i> : A Palomar-hegyi ötméteres távcső.....	205
A világ legnagyobb távcsövei (<i>Gausser Károly</i>).....	217

Kiadja a Gondolat, a TIT
kiadója. Felelős kiadó a Gon-
dolat Kiadó igazgatója. Felelős
szerkesztő Róka Gedeon. Mű-
szaki vezető Kugler Andor.
Műszaki szerkesztő Földi Mik-
lós. Borítót rajzolta Gaál
Gyula. Megjelent 2000 pél-
dányban. Terjedelem 14 (A/5)
ív. Ez a könyv a MSZ 5601-54
és 5602-50 Á szabvány szerint
készült.

5900 — Egyetemi Nyomda,
Budapest

F. v.: Janka Gyula igazgató





CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV

olvasóinak, amatőr csillagászoknak figyel-
mébe ajánljuk az alábbi szakkönyveket:

Gyakorlati csillagászat

(Egyszerű eszközökkel végezhető csillagászati meg-
figyelések gyűjteménye.) Szerk.: Róka Gedeon
és Sinka József.

144 old., 45 szövegközti ábrával Fűzve 12,— Ft

Csillagok világa

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat Köz-
ponti Csillagászati és Matematikai Szakosztályá-
nak Lapja. I. évf. 3—4. szám.

120 old., számos szövegközti ábrával Fűzve 10,— Ft

Utazás a bolygók között

Népszerű összefoglalás.

48 old., számos ábrával

Fűzve 3,— Ft

URÁNIA KISKÖNYVEK

1—2. sz. Kulin György: A távcsőoptika elemei. Bozsidar Géza:
Tükrös távcső ház készítése.

84 old., számos szövegközti ábrával Fűzve 5,— Ft

3. sz. Wodetzky József: Tájékozódás a csillagos égen. 2. át-
dolgozott kiadás.

52 old., 2 csillagtérkép melléklettel Fűzve 5,— Ft

4. sz. Sinka József: Mit figyeljünk meg az égen?

68 old., 30 szövegközti ábrával,

2 táblázattal és egy Holdtérképpel Fűzve 5,— Ft

A borítólapon ismertetett kiadványok beszerezhetők a

GONDOLAT

Könyv-, Lapkiadó és Terjesztő Vállalat
terjesztési osztályán

Budapest, VII., Lenin körút 5. Telefon: 223-899